

**KAJIAN HUBUNGAN KUALITAS AIR DENGAN LAJU PERTUMBUHAN PADA  
BUDIDAYA LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*) SISTEM RESIRKULASI**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**MUHAMMAD ANIS ABDILLAH  
NIM. 135080501111019**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

**KAJIAN HUBUNGAN KUALITAS AIR DENGAN LAJU PERTUMBUHAN PADA  
BUDIDAYA LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*) SISTEM RESIRKULASI**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

Oleh:  
**MUHAMMAD ANIS ABDILLAH**  
**NIM. 135080501111019**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
Juni, 2018**

SKRIPSI

KAJIAN HUBUNGAN KUALITAS AIR DENGAN LAJU PERTUMBUHAN PADA  
BUDIDAYA LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*) SISTEM RESIRKULASI

Oleh:  
**MUHAMMAD ANIS ABDILLAH**  
NIM. 135080501111019

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 28 Juni 2018  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir. M. Fadjar, MSc.)  
NIP.19621014 198701 1 001  
Tanggal: 10 JUL 2018

Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Arnina Wilujeng Ekawati, MS.)  
NIP.19620805 198603 2 001  
Tanggal: 10 JUL 2018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan



(Dr. Ir. M. Firdaus, MP.)  
NIP.19680919 200501 1 001  
Tanggal: 10 JUL 2018

## IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : KAJIAN HUBUNGAN KUALITAS AIR DENGAN LAJU  
PERTUMBUHAN PADA BUDIDAYA LELE DUMBO  
(*Clarias gariepinus*) SISTEM RESIRKULASI

Nama Mahasiswa : Muhammad Anis Abdillah

NIM : 135080501111019

Program Studi : Budidaya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. M. FADJAR, MSc.

Pembimbing 2 : Dr. Ir. ARNING WILUJENG EKAWATI, MS.

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Dr. YUNITA MAIMUNAH, SPi., MSc.

Dosen Penguji 2 : SETO SUGIANTO PRABOWO RAHARDJO, ST., MT.

Tanggal Ujian : 28 Juni 2018

## RIWAYAT HIDUP



**Muhammad Anis Abdillah** adalah nama penulis skripsi ini. Penulis lahir dari pasangan M. Rofi'i dan Siti Aminah sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis dilahirkan di Jepara, Jawa Tengah pada tanggal 27 April 1995. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN Bandungrejo 01, Kalinyamatan, Jepara (lulus tahun 2006), melanjutkan ke SMPN 1 Kalinyamatan (lulus tahun 2009), kemudian melanjutkan ke SMAN 1 Welahan, Jepara (lulus tahun 2013) dan Universitas Brawijaya, Malang (*discontinued*), hingga akhirnya bisa menempuh masa kuliah di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Program Studi Budidaya Perairan.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul "**Kajian Hubungan Kualitas Air dengan Laju Pertumbuhan pada Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Sistem Resirkulasi**".

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak M. Rofi'i, Ibu Siti Aminah, Lilik N. Z. dan Salwa R. serta keluarga yang telah memberikan doa serta dorongan material, spritual dan semangat.
2. Dr. Ir. M. Fadjar, MSc. selaku pembimbing I yang telah memberikan dorongan, bimbingan dan arahan untuk menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS. selaku pembimbing II yang telah memberikan dorongan, bimbingan dan arahan untuk menyelesaikan skripsi.
4. Zulkisam dan akbar selaku tim skripsi yang telah menjadi pengingat, memberikan semangat dan membantu dalam pengerjaan skripsi.
5. Mas Gatot, Bu Iwin, mas Natsir, mas Amenan, mas Har, mas Prapto, mas Andi, mas Asep dan mas Aziz yang telah menjadi pengingat dan membantu kelancaran penelitian.
6. Oca, Gofur, Roma, Ali, Ucup, Ovin, Endar, Keling, Yogita, Lisa, Ersal, Fanani, Joha, Deni, Khakim dll yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan semangat serta doanya untuk penulis.
7. Teman-teman Aqua GT 2013, Tim Malang, NAM, LKP2, KOMPI, YEC yang selalu membantu doa dan semangat untuk penulis.

Malang, Juni 2018

Penulis

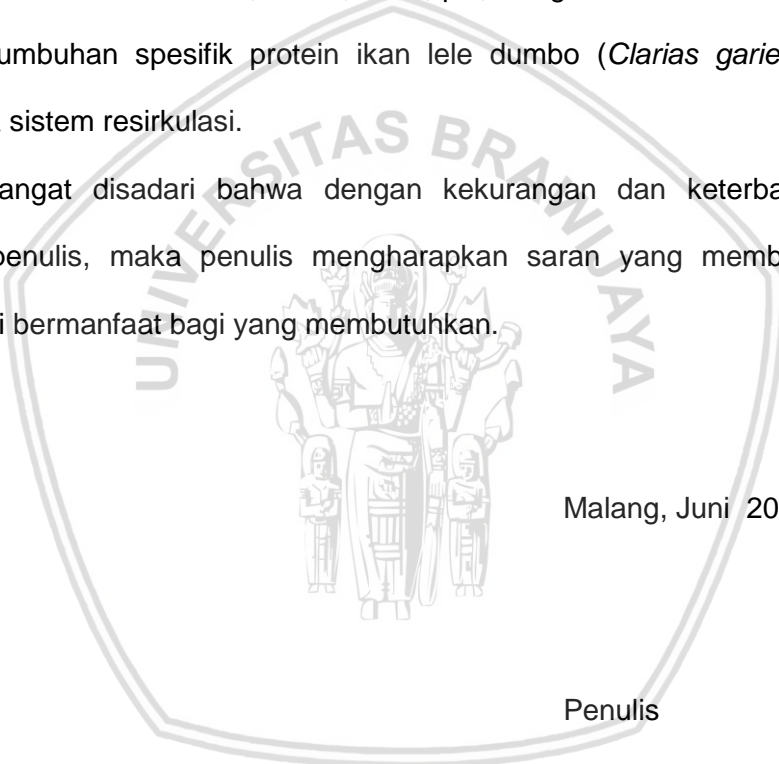
## KATA PENGANTAR

Skripsi ini berjudul “**Kajian Hubungan Kualitas Air dengan Laju Pertumbuhan pada Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Sistem Resirkulasi**”. Skripsi ini disajikan materi pokok yang meliputi latar belakang penelitian skripsi, tujuan penelitian, kegunaan penelitian, tinjauan pustaka, metode penelitian dan pembahasan penelitian mengenai hubungan kualitas air meliputi konsentrasi amonia, nitrat, suhu, pH, oksigen terlarut dan TOM dengan laju pertumbuhan spesifik protein ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada budidaya sistem resirkulasi.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, maka penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Juni 2018

Penulis





## RINGKASAN

**Muhammad Anis Abdillah.** Kajian Hubungan Kualitas Air dengan Laju Pertumbuhan pada Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Sistem Resirkulasi, di bawah bimbingan **Dr. Ir. M. Fadjar, MSc. Dan Dr. Ir. Arning W. Ekawati, MS.**

---

Salah satu jenis komoditas budidaya perairan tawar yang berkembang pesat adalah lele, atau lebih tepatnya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Menurut Bank Indonesia (2010), sekitar tahun 1980 ikan lele sudah mulai dibudidayakan untuk kebutuhan konsumsi. Menurut Sukoco (2016), ikan lele merupakan salah satu komoditas perikanan yang sangat digemari dan populer di kalangan masyarakat. Padat penebaran tinggi menyebabkan limbah hasil metabolisme dan sisa pakan ikut meningkat. sehingga perlu dilakukan analisis terhadap kualitas air yang mendukung pertumbuhan pada budidaya ikan lele dumbo dengan padat penebaran yang berbeda.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui hubungan kualitas air terhadap laju pertumbuhan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) dengan kepadatan yang berbeda pada budidaya sistem resirkulasi.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan 3 perlakuan padat penebaran berbeda yaitu kolam 1 dengan padat penebaran 100 ekor/m<sup>2</sup>, kolam 2 dengan padat penebaran 300 ekor/m<sup>2</sup> dan kolam 3 dengan padat penebaran 500 ekor/m<sup>2</sup>. Setiap kolam penelitian menggunakan sistem resirkulasi, dimana terdapat 3 komponen yakni kolam pemeliharaan ikan, bak *swirl-filter* dan bak *bioball*. Pemeliharaan ikan selama 60 hari masa pemeliharaan dengan parameter utama yang diamati adalah kualitas air meliputi amonia, nitrat, TOM, suhu, DO, pH dan laju pertumbuhan spesifik. Parameter penunjangnya adalah kelulushidupan, rasio konversi pakan dan retensi protein.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dengan penerapan sistem resirkulasi dapat mempertahankan kualitas air dan ikan uji tetap hidup. Namun dengan padat penebaran yang semakin tinggi berakibat terhadap laju pertumbuhan semakin menurun. Laju pertumbuhan tertinggi pada kolam pemeliharaan 1 sebesar 2,7%, kemudian kolam pemeliharaan 2 sebesar 2,3% dan terendah kolam pemeliharaan 3 sebesar 2,2%. Hal ini diduga suplai pakan sebagai sumber energi kurang, maka perlu penambahan dosis pakan untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan ikan.



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Kegunaan Penelitian .....	3
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Biologi Ikan Lele Dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> ) .....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele Dumbo .....	5
2.1.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Lele Dumbo .....	6
2.1.3 Kebiasaan Makan Ikan Lele Dumbo .....	7
2.1.4 Pertumbuhan ikan Lele Dumbo .....	7
2.2 Sistem Resirkulasi .....	8
2.3 Kualitas Air .....	9
2.3.1 Amonia .....	9
2.3.2 Nitrat .....	10
2.3.3 Suhu .....	10
2.3.4 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	11
2.3.5 pH .....	12
2.3.6 TOM ( <i>Total Organic Matter</i> ) .....	13
2.4 Hubungan Kualitas Air dengan Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> ) .....	13
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Materi Penelitian .....	15
3.1.1 Peralatan Penelitian .....	15
3.1.2 Bahan Penelitian .....	15
3.2 Metode Penelitian .....	15
3.3 Rancangan Penelitian .....	16
3.4 Prosedur Penelitian .....	16
3.4.1 Persiapan Penelitian .....	16
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian .....	17
a. Pengambilan Sampel .....	17

b. Pengukuran Sampel .....	18
3.5 Parameter Uji .....	18
3.5.1 Kelulushidupan ( <i>Survival Rate</i> ) .....	18
3.5.2 Laju Pertumbuhan Spesifik ( <i>Specific Grow Rate</i> ) .....	18
3.5.3 <i>Feed Conversion Ratio</i> (FCR) .....	19
3.5.4 Retensi Protein (RP) .....	19
3.5.5 pH (Derajat Keasaman) .....	20
3.5.6 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	20
3.5.7 Suhu .....	20
3.5.8 Amonia (NH <sub>3</sub> ) .....	20
3.5.9 Nitrat (NO <sub>3</sub> ) .....	21
3.5.10 TOM ( <i>Total Organic Matter</i> ) .....	21
3.6 Analisis Data .....	22
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Hasil Pengamatan dan Perhitungan Kelulushidupan, Laju Pertumbuhan Spesifik, Rasio Konversi Pakan, dan Retensi Protein .....	23
4.1.1 Kelulushidupan .....	23
4.1.2 Laju Pertumbuhan Spesifik .....	24
4.1.3 Rasio Konversi Pakan .....	26
4.1.4 Retensi Protein .....	27
4.2 Hasil Pengamatan Kualitas Air Selama Penelitian .....	28
4.2.1 Amonia .....	28
4.2.2 Nitrat .....	31
4.2.3 TOM ( <i>Total Organic Matter</i> ) .....	33
4.2.4 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	35
4.2.5 pH .....	38
4.2.6 Suhu .....	41
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Lele Dumbo ( <i>Clarias gariepinus</i> ) .....	5
2. Desain Rancangan Penelitian .....	16
3. Grafik Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	23
4. Grafik Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	24
5. Grafik Laju Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaaa.....	25
6. Grafik Rasio Konversi Pakan Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	26
7. Grafik Retensi Protein Ikan Lele Dumbo Selama 60 hari Masa Pemeliharaan.....	27
8. Grafik Fluktuasi Konsentrasi Amonia di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	28
9. Grafik Fluktuasi Konsentrasi Amonia di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	29
10. Grafik Fluktuasi Konsentrasi Amonia di Bak Bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	29
11. Grafik Fluktuasi Konsentrasi Nitrat di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	31
12. Grafik Fluktuasi Konsentrasi Nitrat di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	32
13. Grafik Fluktuasi Konsentrasi nitrat di Bak Bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	32
14. Grafik Fluktuasi Konsentrasi TOM di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	33
15. Grafik Fluktuasi Konsentrasi TOM di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Pemeliharaan.....	34
16. Grafik Fluktuasi Konsentrasi TOM di Bak Bioball Selama 60 Hari Pemeliharaan.....	34

17. Grafik Dinamika DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) Pagi Hari di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	35
18. Grafik Dinamika DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) Siang Hari di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	36
19. Grafik Dinamika DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) Pagi Hari di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	36
20. Grafik Dinamika DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) Siang Hari di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	36
21. Grafik Dinamika DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) Pagi Hari di Bak Bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	37
22. Grafik Dinamika DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) Siang Hari di Bak Bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	37
23. Grafik Dinamika pH Pagi Hari di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	38
24. Grafik Dinamika pH Siang Hari di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	39
25. Grafik Dinamika pH Pagi Hari di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	39
26. Grafik Dinamika pH Siang Hari di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	39
27. Grafik Dinamika pH Pagi Hari di Bak Bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	40
28. Grafik Dinamika pH Siang Hari di Bak bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	40
29. Grafik Dinamika Suhu Pagi Hari di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	41
30. Grafik Dinamika Suhu Siang Hari di Kolam Penelitian Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	42
31. Grafik Dinamika Suhu Pagi Hari di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	42
32. Grafik Dinamika Suhu Siang Hari di Bak Swirl-Filter Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan .....	42
33. Grafik Dinamika Suhu Pagi Hari di Bak Bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	43
34. Grafik Dinamika Suhu Siang Hari di Bak Bioball Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan.....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Baku Mutu Kualitas Air Budidaya .....	12



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	50
2. Analisis Data Kelulushidupan (SR) Ikan Lele Dumbo.....	54
3. Analisis Data Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Ikan Lele Dumbo .....	55
4. Analisis Data Rasio Konversi Pakan (FCR) Ikan Lele Dumbo .....	56
5. Analisis Data Retensi Protein (RP) Ikan Lele Dumbo.....	57
6. Data Kualitas Air Selama Penelitian (Amonia, Nitrat, TOM, DO, pH dan Suhu) .....	59



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sektor perikanan kelautan merupakan salah satu sektor penunjang perekonomian dan merupakan solusi nyata dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Perikanan budidaya memiliki prospek yang menjanjikan dan mulai menarik perhatian pelaku usaha perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan (2017), melaporkan bahwa target ekspor perikanan tahun 2017 sebesar US\$ 7,62 miliar dan nilai ini terhitung dua kali lipat dari hasil ekspor tahun 2016 pada bulan Januari sampai November sebesar US\$ 3,78 miliar dengan volume ikan sebanyak 978,33 ribu ton.

Salah satu jenis komoditas budidaya perairan tawar yang berkembang pesat adalah lele, atau lebih tepatnya ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Menurut Bank Indonesia (2010), sekitar tahun 1980 ikan lele sudah mulai dibudidayakan untuk kebutuhan konsumsi. Menurut Sukoco (2016), ikan lele merupakan salah satu komoditas perikanan yang sangat digemari dan populer di kalangan masyarakat. Kegiatan budidaya ikan lele dumbo sering dijumpai pada kolam tanah, kolam beton bahkan kolam terpal. Dalam pemeliharaan ikan lele dumbo suplai air yang cukup belum menjamin keberhasilan bila pengelolaan kualitas air selama pemeliharaan tidak diperhatikan. Apalagi saat ini sumber air sebagai media hidup ikan sudah banyak tercemar, sehingga ketersediaan air bersih yang layak sangat terbatas (Adria, 2010).

Padat penebaran tinggi menyebabkan limbah hasil metabolisme dan sisa pakan ikut meningkat. Limbah yang terakumulasi dalam perairan menjadi sumber penyakit bagi biota perairan dan dapat menurunkan kualitas air budidaya, sehingga berdampak negatif pada produktifitas budidaya seperti rendahnya kelulushidupan dan lambatnya laju pertumbuhan ikan lele (Zidni, 2013). Menurut



Hariani *et al.* (2013), kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam pemeliharaan ikan yang dipengaruhi beberapa faktor fisika dan kimia air seperti suhu, oksigen terlarut, pH, amonia, nitrat dan TOM. Kondisi kualitas air yang buruk menjadi faktor meningkatnya bakteri patogen dan parasit di dalam media pemeliharaan, oleh karena itu perlu penerapan teknologi yang dapat menjaga kualitas air selama budidaya. Teknologi resirkulasi merupakan salah satu alternatif yang dapat diterapkan dalam rangka mengatasi permasalahan kualitas air dalam kegiatan budidaya.

Prinsip kerja sistem resirkulasi adalah dengan memutar air secara terus menerus untuk dilakukan penyaringan atau filtrasi dan dialirkan kembali pada media pemeliharaan ikan. Terdapat beberapa filter di dalam sistem resirkulasi yaitu filter biologi dan filter fisika. Filter fisika bekerja secara mekanis yang berfungsi sebagai penyaring koloid yang berada di dalam air, dimana filter ini disebut sebagai prafilte atau filter awal sebelum air masuk ke filter biologi maupun kimia. Berbeda dengan filter biologi yang lebih berperan dalam menguraikan senyawa nitrogen yang bersifat toksik menjadi senyawa yang lebih ramah lingkungan (Priono dan Satyani, 2012).

Salah satu upaya penanganannya dengan pergantian air secara rutin, namun pergantian air secara rutin yang dilakukan merupakan salah satu bentuk pemborosan. Sistem resirkulasi memiliki kemampuan untuk menguraikan limbah budidaya menjadi senyawa yang lebih aman serta menjaga kualitas air tetap optimal. Kualitas air yang optimal akan mendukung pertumbuhan ikan yang dipelihara. Kemampuan sistem resirkulasi dalam menguraikan limbah budidaya bergantung pada masukan bahan organik dari hasil metabolisme dan sisa pakan yang tidak termakan ikan pada kolam pemeliharaan, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis kualitas air yang mendukung pertumbuhan pada budidaya ikan lele dumbo (*C. geriepinus*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) mudah dibudidayakan, tahan terhadap lingkungan yang kurang baik dan pertumbuhan yang cepat, hal inilah yang menyebabkan ikan lele digemari oleh masyarakat. Tingkat konsumsi yang tinggi berdampak pada peningkatan hasil produksi ikan, hal ini berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan. Limbah budidaya yang terakumulasi menjadi senyawa yang bersifat toksik bagi ikan, sehingga menyebabkan melambatnya pertumbuhan ikan. Sistem resirkulasi merupakan salah satu solusi untuk mengurai limbah budidaya. Biofilter dalam sistem resirkulasi berperan dalam mengurai amonia pada media pemeliharaan dan diduga akan mempertahankan kualitas air tetap optimal serta mendukung pertumbuhan ikan lele dumbo, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap kualitas air yang mendukung pertumbuhan pada budidaya ikan lele dumbo dengan padat penebaran yang berbeda.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kualitas air terhadap laju pertumbuhan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) dengan kepadatan yang berbeda pada budidaya sistem resirkulasi.

## 1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi hubungan kualitas air terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) dengan padat penebaran yang berbeda pada budidaya sistem resirkulasi.

### 1.5 Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Sumurgung, Kecamatan Tuban, Kabupaten Tuban, Jawa Timur dan UPT. Perikanan Air Tawar Sumber Pasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai bulan September 2017 sampai Februari 2018.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

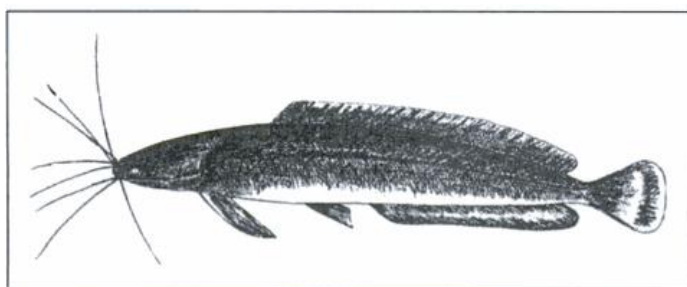
### 2.1 Biologi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele Dumbo

Menurut Mahyuddin (2008), klasifikasi dari ikan lele dumbo sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Subkelas	: Telestoi
Ordo	: Ostariophysi
Subordo	: Siluroidea
Famili	: Clariidae
Genus	: Clarias
Spesies	: <i>Clarias gariepinus</i>

Persebaran ikan lele dumbo di masyarakat sangat luas dengan penyebutan nama lokal hampir berbeda di setiap daerah. Ikan lele dumbo memiliki karakteristik tersendiri dari jenis ikan lele yang lainnya, yaitu ukuran badan yang lebih besar dan berwarna agak semu. Selain secara umum lele dumbo memiliki kulit yang licin berlendir, mulut lebar dan kumis di sekitar mulutnya. Kumis ini berfungsi sebagai indera peraba saat mencari makan (Hendriana, 2010). Gambar ikan lele dumbo dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Ikan Lele Dumbo (*C. gariepinus*) (Suyanto, 2008).

Tubuh ikan lele tidak memiliki sisik dan sangat licin, sehingga susah untuk dipegang dengan tangan. Hal ini sesuai dengan Mahyuddin (2008), bahwa ikan lele memiliki tubuh yang licin, berlendir, tidak bersisik dan mempunyai sungut atau berkumis. Secara anatomi tubuh ikan lele dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kepala (*cepal*), badan (*abdomen*) dan bagian ekor (*caudal*).

### 2.1.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Lele Dumbo

Ikan lele sering dijumpai di perairan tawar seperti danau, sungai dan rawa. Menurut Suryaningsih (2014), bahwa perairan tawar merupakan habitat hidup dan tumbuh ikan lele. Ikan lele cenderung hidup di perairan dengan kondisi air yang aliran airnya tidak terlalu deras seperti danau, air selokan, sungai, sawah dan rawa. Ikan lele mampu hidup pada perairan dengan kandungan oksigen yang minim sekalipun, karena memiliki *arborescent* yang memungkinkan ikan lele mampu mengambil oksigen dari udara secara langsung untuk pernafasannya. Secara umum pada kondisi optimal ikan lele dapat hidup dan berkembang dengan baik dengan kisaran oksigen terlarut 4 mg/l, pH antara 6-8 dan suhu sekitar 26-29<sup>0</sup> C.

Ikan lele tersebar dominan di benua Afrika dan Asia. Menurut Amri (2003), bahwa ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) ditemukan di benua Afrika dan menyebar pesat di kawasan Asia. Ikan lele banyak dibudidayakan di negara-negara Asia seperti Thailand, India, Philipina dan Indonesia. Menurut Bank Indonesia (2010), beberapa daerah di Indonesia yang cukup maju dalam kegiatan budidaya lele adalah Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Riau dan Jambi. Pesatnya perkembangan budidaya lele di Indonesia umumnya karena dilakukan oleh mayoritas masyarakat, dengan membentuk suatu kelompok atau komunitas dimana pada tahun 2008 mencapai 637 kelompok dengan anggota sebanyak 6.200 pembudidaya lele.

### 2.1.3 Kebiasaan Makan Ikan Lele Dumbo

Ikan lele memiliki kebiasaan mencari makan pada kondisi lingkungan perairan yang gelap atau malam hari, hal ini dikarenakan lele bersifat nokturnal, yaitu cenderung beraktifitas pada malam hari. Menurut Mahyuddin (2008), berdasarkan jenis makanannya ikan lele tergolong omnivora atau pemakan segalanya, selain itu apabila ikan lele kekurangan makanan akan memangsa jenisnya sendiri sehingga tergolong ikan kanibal. Ikan lele pada habitat aslinya makanannya berupa cacing, siput, jentik dan larva serangga yang berada di dasar perairan.

Ikan lele pada habitat asli tergolong ikan yang bersifat karnivora atau pemakan daging, hal ini menjadi dasar dalam pemberian pakan dengan kadar protein hewani yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan ikan lele. Menurut Iswanto *et al.* (2016), bahwa pemberian pakan dengan kadar protein nabati yang tinggi menyebabkan pertumbuhan ikan lele menjadi lambat, berbeda dengan pemberian pakan dengan kadar protein hewani yang tinggi akan meningkatkan pertumbuhan ikan lele.

### 2.1.4 Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo

Pertumbuhan dapat diartikan sebagai hubungan timbal balik terhadap perubahan makanan yang tersedia. Laju pertumbuhan ikan dipengaruhi kondisi lingkungan dan ketersediaan makanan yang ditandai dengan perubahan berat maupun ukuran ikan. Hal ini sesuai dengan Hariani *et al.* (2013), pertumbuhan merupakan perubahan dimensi (panjang, berat, volum dan ukuran) per satuan waktu baik individu maupun komunitas.

Pertumbuhan ikan lele dumbo dipengaruhi faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan biasanya berhubungan dengan genetik yang diturunkan oleh indukan, selain itu faktor eksternal juga memiliki peran penting dalam pertumbuhan karena berkaitan dengan lingkungan

hidup ikan. Menurut Agustina *et al.* (2010), bahwa ikan lele dumbo memiliki keunggulan tumbuh lebih cepat dan besar dibandingkan ikan lele lokal.

## 2.2 Sistem Resirkulasi

Salah satu upaya untuk menjaga kualitas media budidaya tetap optimal yaitu dengan penerapan sistem resirkulasi. Menurut Alfia *et al.* (2013), sistem resirkulasi merupakan proses pengelolaan air dengan menggunakan air secara terus menerus dengan cara diputar untuk dibersihkan di dalam filter dan dialirkan kembali ke kolam penelitian ikan. Penerapan resirkulasi sangat membantu menjaga dan menstabilkan keseimbangan biologis dalam air, kestabilan suhu serta dapat menguraikan akumulasi limbah (amonia).

Menurut Samsundari dan Unisa (2013), bahwa resirkulasi merupakan sistem dengan memanfaatkan daur ulang air setelah digunakan dan kembali dialirkan ke kolam budidaya, sehingga sistem ini bersifat hemat air. Filter yang terdapat dalam sistem resirkulasi berfungsi mekanis untuk menjernihkan air dan fungsi biologis untuk mengurai senyawa amonia yang bersifat toksik dalam suatu proses yang disebut nitrifikasi. Jangkaru (2002) menjelaskan bahwa dalam sistem resirkulasi pada budidaya ikan memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Volume air yang digunakan tidak terlalu besar karena setelah mengalami perlakuan tertentu air dapat digunakan kembali untuk pemeliharaan ikan.
- Sistem resirkulasi menggunakan tempat atau wadah yang ukurannya terbatas.
- Kualitas air yang terus terjaga memungkinkan pertumbuhan ikan tetap baik, terutama pada pembenihan ikan karena ikan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan.
- Pertumbuhan ikan sangat baik, produksi meningkat, dan waktu pemeliharaan dapat dipersingkat.

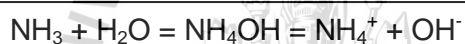


- Karena kualitas dan kuantitas air selalu terjaga, tingkat kematian ikan dapat ditekan serendah mungkin.
- Sisa makanan dan kotoran hasil metabolisme yang mengendap dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan tanaman dan pemeliharaan ikan, yang sangat tahan terhadap kualitas air yang buruk.

## 2.3 Kualitas Air

### 2.3.1 Amonia

Amonia secara umum memiliki dua bentuk yaitu amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) yang terionisasi dan amonia ( $\text{NH}_3$ ) yang tidak terionisasi. Amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa. Persamaan kedua fraksi tersebut sebagai berikut:



Jumlah total kedua fraksi tersebut biasa disebut total amonia. Toksisitas amonia terhadap hewan akuatik sangat tergantung pada pH, suhu dan salinitas. Kondisi saat pH tinggi maka persamaan tersebut akan bergerak ke arah kiri dengan kata lain kadar  $\text{NH}_3$  akan naik dan begitu pula sebaliknya. Kadar amonia dalam air yang tinggi menyebabkan kemampuan ikan untuk mengekskresikan amonia menjadi berkurang (Samsundari dan Wirawan, 2013).

Kandungan amonia yang tinggi dalam air menjadi salah satu penyebab ikan lele mengalami stress bahkan sampai menyebabkan kematian, kalau konsentrasinya terlalu ekstrim. Menurut Makmur *et al.* (2011), amonia bebas yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap hewan akuatik. Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu. Kadar amonia yang rendah  $<2$  mg/l pada suatu perairan sangat beresiko untuk kelangsungan kehidupan biota budidaya.

### 2.3.2 Nitrat

Senyawa nitrat menjadi senyawa yang stabil dalam perairan dan sebagai nutrisi utama untuk pertumbuhan tanaman dan alga. Batas toleransi nitrat terendah untuk pertumbuhan alga yaitu 0,1 mg/l dan tertinggi sekitar 3 mg/l. Apabila kadar nitrat di bawah 0,1 mg/l atau di atas 3 mg/l maka nitrat merupakan faktor pembatas (Alfianingsi, 2011). Nitrat menjadi nutrisi terlarut yang banyak diserap oleh akar tanaman. Akar tanaman menjadi media hidup bakteri nitrifikasi yang berfungsi mereduksi amonia dan menyediakan nitrat bagi tanaman (Vaillant *et al.*, 2004).

Kandungan nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan nitrit ( $\text{NO}_2$ ) dalam suatu perairan merupakan hasil oksidasi. merupakan hasil oksidasi dari amonia dengan bantuan bakteri nitrosomonas. Sedangkan nitrat merupakan hasil dari oksidasi dengan bantuan bakteri nitrobakter. Nitrat merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme akuatik akan tetapi merupakan zat beracun terhadap pertumbuhan ikan lele. Akumulasi di tambak diduga terjadi sebagai akibat tidak seimbangnya antara kecepatan perubahan dari menjadi nitrat dan dari amonia menjadi (Pasongli *et al.*, 2015).

### 2.3.3 Suhu

Suhu menjadi faktor penting dalam kegiatan budidaya karena erat kaitannya dengan laju metabolisme organisme, sehingga kecepatan laju pertumbuhan sangat dipengaruhi suhu lingkungan budidaya. Suhu perairan yang tidak stabil dengan fluktuasi tinggi akan menyebabkan perlambatan pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme (Budiardi, 2008). Menurut Effendi (2003), suhu menjadi salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi perubahan kualitas air, dimana peningkatan suhu menyebabkan penurunan kelarutan kelarutan gas di dalam air seperti  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  dan sebagainya.

Suhu dalam perairan dapat mempengaruhi persebaran organisme di suatu ekosistem atau habitat. Perubahan suhu perairan yang drastis dapat mengakibatkan organisme mati, dikarenakan terjadinya perubahan daya angkut darah. Hal ini akan berakibat pada rendahnya kemampuan mengambil oksigen yang disebabkan oleh menurunnya detak jantung dan terjadi degenerasi sel darah merah, sehingga proses respirasi menjadi terhambat atau terganggu. Kisaran suhu perairan yang optimal untuk kegiatan budidaya lele dumbo yaitu berkisar antara 24-34°C (Kurniawan, 2013).

#### **2.3.4 DO (*Dissolved Oxygen*)**

Oksigen di perairan sangat dibutuhkan semua biota untuk proses pernafasan dan metabolisme. Salah satu faktor yang berkaitan dengan konsentrasi oksigen terlarut adalah bahan organik. Bahan organik yang terdapat pada dasar tambak tidak langsung membahayakan kehidupan ikan, tetapi mengakibatkan kecepatan konsumsi oksigen untuk oksidasi bahan organik lebih tinggi dibandingkan kecepatan difusi oksigen ke dalam perairan. Hal ini akan berakibat pada turunnya konsentrasi oksigen terlarut sampai batas yang dapat merugikan kehidupan ikan (Kurniawan, 2013).

Ikan memerlukan oksigen untuk bernafas dan pembakaran kalori dari pakan untuk menghasilkan energi. Energi tersebut akan digunakan untuk aktivitas, seperti berenang, pertumbuhan, dan reproduksi. Namun, laju pertumbuhan dan konversi pakan juga sangat bergantung pada kandungan oksigen. Jika kandungan oksigen kurang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan, dapat mengakibatkan stres sehingga ikan mudah terserang penyakit. Secara umum ikan lele dapat hidup dalam air dengan kandungan oksigen 0,3 – 0,5 mg/l, namun untuk meningkatkan produktivitasnya, kandungan oksigen terlarut dalam air sebaiknya dijaga pada level di atas 5 mg/l (Carman dan Sucipto, 2013).

### 2.3.5 pH

Secara umum biota perairan sensitif terhadap perubahan pH. Kematian, reduksi dan perubahan dari spesies terjadi ketika pH berubah drastis diluar batas toleransi biota perairan. Nilai pH mengekspresikan konsentrasi molar dari ion hidrogen yang berupa logaritma negatif  $\text{pH} = -\log [\text{H}^{++}]$  adalah indikator utama yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas dari air permukaan dan kecocokan untuk pemanfaatan tertentu. Sebagian besar spesies akuatik lebih menyukai pH mendekati netral tetapi dapat bertahan juga pada rentang 6 sampai 8,5. Penurunan pH dapat mengakibatkan terlepasnya logam berat dari tanah sebagai substrat (Yuniar, 2009).

Menurut Kurniawan (2013), kisaran konsentrasi pH pada budidaya yang optimal yaitu dalam kisaran asam lemah dan basa lemah, jika kondisi media budidaya bersifat asam kuat atau basa kuat dapat membahayakan biota yang dibudidayakan karena dapat menghambat proses metabolisme. Perairan dengan pH sebesar 7 dianggap netral atau tidak dalam keadaan asam maupun basa, pH lebih dari 7 dianggap dalam keadaan basa dan pH kurang dari 7 dianggap dalam keadaan asam. Kisaran pH suatu perairan dapat meluas mencapai 0-14. Berikut merupakan standar baku mutu kelayakan kualitas air berdasarkan pustaka tersaji pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Baku Mutu Kualitas Air Budidaya

Parameter	Kelayakan	Sumber
Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	25 - 30	(SNI: 01-6484.4, 2000)
pH	6,5 – 8,6	(Effendi, 2003)
DO (mg/l)	>3	(Agustina <i>et al.</i> , 2010)
Amonia (mg/l)	>1	(SNI: 01-6484.4, 2000)

### 2.3.6 TOM (*Total Organic Matter*)

Kisaran nilai *Total Organic Matter* yang baik untuk kualitas air media budidaya dapat dibagi dalam 3 kategori, antara lain nilai TOM yang  $<20$  mg/l masuk dalam kategori baik, 20-40 mg/l masuk dalam kategori sedang dan  $>40$  mg/l masuk dalam kategori buruk (Effendi, 2003). Menurut Budiardi et al. (2007), terjadinya akumulasi kandungan bahan organik atau *Total Organic Matter* disebabkan oleh rendahnya konsentrasi oksigen terlarut dan rendahnya bakteri pengurai dalam suatu perairan. Adanya peningkatan akumulasi bahan organik disebabkan oleh sisa-sisa pemberian pakan serta ekskresi atau feses dari organisme.

Menurut Budiardi (2008), kandungan bahan organik terlarut di dalam perairan dalam jumlah yang cukup dapat menyuburkan perairan dan dapat meningkatkan pertumbuhan ikan lele. Kandungan bahan organik dalam jumlah yang banyak dapat mencemari lingkungan perairan karena kandungan oksigen terlarut menurun, kadar karbondioksida meningkat dan terjadi kekeruhan. Kandungan bahan organik juga akan meningkatkan nilai amonia yang berbahaya bagi kehidupan ikan lele.

### 2.4 Hubungan Kualitas Air dengan Pertumbuhan Ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Air sebagai media hidup ikan menjadi kunci utama dalam keberhasilan usaha budidaya ikan lele. Menurut Agustina et al. (2010), bahwa perlu penyesuaian kondisi antara air sebagai media pemeliharaan dengan kondisi optimal bagi ikan yang dibudidayakan. Penyesuaian kondisi optimal dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor fisika, kimia dan biologi. Faktor fisika meliputi suhu, kecerahan, kedalaman dan faktor kimia meliputi pH, oksigen terlarut,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{NH}_3$ .

Kondisi air yang optimal akan mendukung pertumbuhan dan sebaliknya apabila terjadi penurunan kualitas air akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan ikan lele. Perubahan kondisi air akan mendapat respon dari ikan yang dibudidayakan. Menurut Hermawan *et al.* (2012), bahwa kenaikan suhu yang tinggi pada media budidaya mengakibatkan proses metabolisme tubuh ikan meningkat, sehingga ikan cepat lelah.



### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian adalah kolam terpal bundar, bak cat, pipa PVC, stop kran, termometer, DO meter, pH meter, botol sampel, kamera, pipet tetes, pipet volum, spatula, *cuvet*, *spektrofotometer*, tabung reaksi, cawan porselen, alat tulis, *freezer*, gunting, gelas ukur, bola hisap, *beaker glass*, hot plate, elenmeyer, buret, *cool box* dan *sprayer*. Gambar alat dapat dilihat pada Lampiran 1.

##### 3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan pada penelitian adalah air sampel, ikan lele dumbo (*C. gariepinus*), akuades, tisu, kertas label, larutan nessler, asam fenoldisulfonik, larutan  $\text{NH}_4$ , larutan sulfanilamide, larutan NED, larutan  $\text{KMnO}_4$ , larutan amonium hidroksida, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , larutan Na-oxalate, larutan amonium molybdate. Gambar bahan dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.2 Metode Penelitian

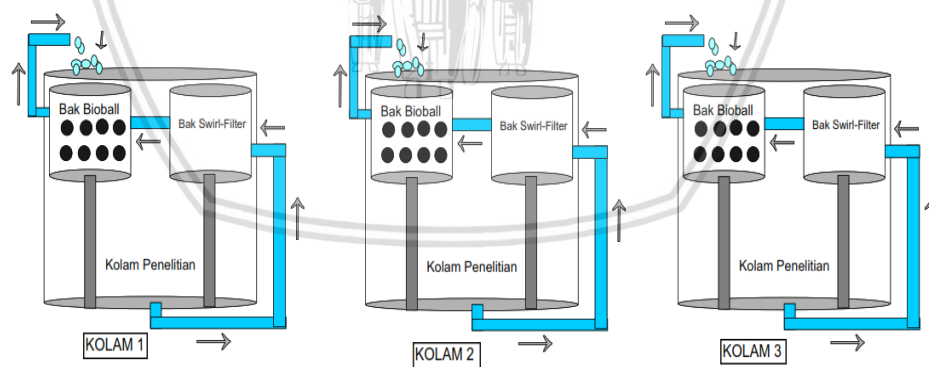
Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif. Menurut Hamdi dan Baharuddin (2014), metode deskriptif merupakan suatu penelitian yang dilakukan untuk memberikan gambaran tentang keadaan secara objektif. Penelitian deskriptif juga berarti menjelaskan fenomena atau karakteristik individual secara akurat. Penelitian deskriptif bukan hanya bisa mendeskripsikan suatu keadaan saja, tetapi juga bisa mendeskripsikan keadaan dalam tahapan-tahapan perkembangannya. Desain penelitian deskriptif kuantitatif dilakukan dengan menggunakan angka-angka, pengolahan statistik, struktur dan pemeliharaan terkontrol. Penelitian deskriptif kuantitatif tidak dilakukan



pengubahan terhadap variabel bebas, namun tetap mempertahankan gambaran kondisi yang ada.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Pada penelitian kajian hubungan kualitas air dengan laju pertumbuhan pada budidaya lele dumbo (*Clarias gariepinus*) menggunakan 3 unit resirkulasi. Wadah budidaya ikan lele menggunakan kolam terpal bundar berdiameter 1 meter dan tinggi 1 meter. Terdapat *central drain* yang terletak di tengah bagian bawah sebagai *outlet* air pada kolam dan akan mengalir langsung ke bak *swirl-filter*, karena letak kolam penelitian lebih tinggi. Ukuran bak *swirl-filter* dan bak *bioball* sama yaitu tinggi 38 cm dan diameter 29 cm dengan volum air 25 liter. Kemudian air mengalir langsung menuju bak *bioball* menggunakan pipa PVC berukuran 1" karena letaknya sejajar. Selanjutnya dialirkan langsung ke kolam pemeliharaan menggunakan bantuan "*airlift*" dengan debit 0,04 liter/detik. Desain rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Desain Rancangan Penelitian

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 3 unit sistem resirkulasi, dimana setiap unit terdiri dari wadah budidaya, bak *swirl-filter* dan bak *bioball*.

Wadah budidaya diisi air sebanyak  $\frac{4}{5}$  dari volume total yakni sebesar 628 liter serta diaerasi selama 24 jam. Kemudian diberi kaporit 20 mg/l dengan aerasi sekitar 1 jam untuk menghomogenkan, selanjutnya aerasi dimatikan selama 24 jam agar kaporit bekerja secara optimal. Setelah itu aerasi kembali dihidupkan untuk menghilangkan kandungan kaporit dalam air yang ditandai dengan hilangnya bau kaporit, lalu diberi kapur dolomit sebanyak 200 mg/l pada media budidaya untuk menstabilkan pH air. Kemudian diberi probiotik sebanyak 10 mg/l sebagai bakteri *starter* dalam proses pematangan media budidaya. Kondisi media yang matang atau siap dilakukan penebaran ditandai dengan permukaan dinding kolam yang terasa licin atau terbentuknya biofilm secara merata. Menurut Sukoco *et al.* (2016), bahwa pembentukan biofilm dalam perairan berkisar antara 7 hari atau lebih yang menandakan sudah terbentuk ekosistem di dalamnya. Setelah air budidaya siap, maka sistem resirkulasi mulai dijalankan dan dilakukan penebaran dengan kepadatan yang berbeda pada masing-masing kolam pemeliharaan, yakni kolam ke-1 sebanyak 100 ekor/m<sup>2</sup>, kolam ke-2 sebanyak 300 ekor/m<sup>2</sup> dan kolam ke-3 sebanyak 500 ekor/m<sup>2</sup> di wadah budidaya, serta menjadi awal masa pemeliharaan ikan. Menurut SNI (2013), bahwa penebaran intensif dalam budidaya >200 ekor/m<sup>2</sup>. Dilakukan pemuasaan pemberian pakan setiap 7 hari sekali untuk meminimalisir bahan organik di kolam pemeliharaan. Benih ikan lele dumbo yang digunakan penelitian berukuran 6-7 cm dengan berat rata-rata 2 gr yang diperoleh dari kelompok tani di Desa Sumurgung, Kecamatan Tuban, Kabupaten Tuban.

### 3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

#### a. Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini ikan diberi pakan sebesar 5% dari bobot tubuh ikan dengan frekuensi pemberian pakan dua kali yaitu pagi pukul 08.00 WIB dan sore pukul 17.00 WIB. Pakan yang diberikan berupa pelet. Pengambilan sampel air

untuk diukur parameter kualitas air meliputi amonia, nitrat dan TOM yang dilakukan selama 60 hari yaitu hari ke 0, 15, 30, 45 dan 60. Sampel diambil menggunakan botol sampel 330 ml kemudian diberi penanda kertas label. Semua sampel yang telah diambil kemudian disimpan dalam *cool box*. Pengukuran parameter kualitas air harian meliputi pH, suhu dan DO dilakukan tiap hari pada pukul 05.30 WIB dan 14.00 WIB.

Perhitungan berat ikan akan dilakukan selama 60 hari yaitu hari ke 0, 15, 30, 45 dan 60 dengan cara mengambil sampel ikan antara 30-50 ekor ikan setiap kolam pemeliharaan. Pengambilan sampel ikan dengan cara ikan diseser dengan serok, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 gram dan dihitung berat rata-rata ikan. Pelaksanaan sampling adalah dengan mengambil 1-2% ikan sampel dari total populasi kemudian menimbang dan menghitung berat rata-ratanya (Halver dan Hardy, 2002). Menurut Hermawan *et al.* (2014), bahwa Perhitungan yang diperoleh akan digunakan sebagai data untuk mengetahui kelulushidupan (*survival rate*), laju pertumbuhan spesifik (*specific growth rate*), retensi protein dan rasio konversi pakan (*feed conversion ratio*) ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

#### **b. Pengukuran Sampel Kualitas Air**

Tahap selanjutnya adalah dilakukan pengukuran sampel parameter kualitas air meliputi amonia, nitrat dan TOM yang dilaksanakan di UPT. Perikanan Air Tawar Sumber Pasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

### **3.5 Parameter Uji**

#### **3.5.1 Kelulushidupan (*Survival Rate*)**

Kelulushidupan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) dihitung dengan cara membandingkan antara jumlah ikan ketika awal penebaran dengan jumlah ikan

pada akhir penelitian. Hasil perhitungan menunjukkan persentase tingkat kehidupan ikan yang hidup. Menurut Rudiyantri dan Astri (2009), kelulushidupan ikan uji dapat diperoleh dengan mengikuti rumus :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Dengan:

SR : Kelulushidupan hidup hewan Uji (%)

N<sub>t</sub> : Jumlah ikan uji pada akhir penelitian (ekor)

N<sub>0</sub> : Jumlah ikan uji pada awal penelitian (ekor)

### 3.5.2 Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate*)

Laju pertumbuhan spesifik merupakan persentase pertambahan berat ikan setiap hari selama pemeliharaan. Menurut Halver dan Hardy (2002), bahwa pengukuran laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan rumus:

$$SGR = \frac{\ln \bar{W}_t - \ln \bar{W}_0}{D} \times 100\%$$

Dengan:

SGR : Laju pertumbuhan berat spesifik (%)

$\bar{W}_t$  : Bobot rata-rata pada akhir penelitian (gr)

$\bar{W}_0$  : Bobot rata-rata pada awal penelitian (gr)

D : Lama pemeliharaan (hari)

### 3.5.3 *Feed Conversion Ratio* (FCR)

*Feed conversion ratio* dihitung dengan menggunakan rumus Stead dan Laird (2002):

$$FCR = \frac{\text{Jumlah pakan yang diberikan (gr)}}{\text{Pertambahan bobot tubuh ikan (gr)}}$$

### 3.5.4 Retensi Protein (RP)

Retensi protein adalah sejumlah protein dari pakan yang diberikan terkonversi menjadi protein yang tersimpan dalam tubuh ikan. Retensi protein dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$RP = (F-I)/P \times 100\%$$

Dengan:

F : Jumlah protein tubuh ikan akhir pemeliharaan (gr)

I : Jumlah protein ikan awal pemeliharaan (gr)

P : Jumlah protein pakan (gr)

### 3.5.5 pH (Derajat Keasaman)

Pengukuran pH dilakukan tiap hari pada pukul 05.30 WIB dan 14.00 WIB. pH pada penelitian ini diukur menggunakan pH pen dengan prosedur pengukuran yaitu dengan memasukkan batang pH pen yang sebelumnya sudah dikalibrasi menggunakan akuades ke dalam kolam pemeliharaan, bak *swirl-filter* dan bak *bioball*. Setelah itu angka yang tertera selanjutnya dicatat.

### 3.5.6 DO (*Dissolved Oxygen*)

Pengukuran DO dilakukan tiap hari pada pukul 05.30 WIB dan 14.00 WIB. Oksigen terlarut pada penelitian ini diukur dengan menggunakan DO meter yaitu dengan memasukkan batang DO meter yang sebelumnya sudah dikalibrasi menggunakan akuades ke dalam kolam penelitian, bak *swirl-filter* dan bak *bioball*. Setelah itu dilihat angka yang tertera selanjutnya dicatat.

### 3.5.7 Suhu

Pengamatan suhu dilakukan tiap hari pada pukul 05.30 WIB dan 14.00 WIB. Suhu pada penelitian ini diukur menggunakan termometer dengan memasukkan termometer ke dalam kolam pemeliharaan, bak *swirl-filter* dan bak *bioball*. Setelah itu dilihat angka yang tertera selanjutnya dicatat.

### 3.5.8 Amonia (NH<sub>3</sub>)

Standar prosedur pengukuran konsentrasi amonia pada penelitian ini menggunakan metode menurut SNI (2000), yakni air sampel diambil sebanyak 50 ml. Selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan nessler, dihomogenkan dan dibiarkan larutan tersebut bereaksi selama 10 menit. Diambil larutan bening dan

dimasukkan ke dalam *cuvet*. Kadar amonia diukur dengan *spektrofotometer* dengan panjang gelombang 425 nm. Setelah itu angka yang tertera dicatat.

### 3.5.9 Nitrat ( $\text{NO}_3$ )

Pengukuran kadar nitrat pada penelitian ini menggunakan metode pengukuran Boyd (1977), yakni air sampel diambil sebanyak 50 ml dan dimasukkan ke cawan porselen. Selanjutnya dipanaskan air sampel hingga membentuk kerak. Setelah cawan dingin ditambahkan 1 ml asam fenoldisulfonik dan dikerik dengan spatula. Dipindahkan larutan ke dalam gelas ukur 50 ml dengan 25-35 ml dengan akuades. Ditambahkan 4 ml larutan amonium hidroksida untuk menghasilkan warna kuning. Dipersiapkan regen dan ditambahkan 1 ml asam fenoldisulfonik dan 4 ml konsentrasi amonium hidroksida ke gelas ukur 50 ml dan dicampurkan dengan akuades. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam *cuvet*. Kadar nitrat diukur dengan *spektrofotometer* dengan panjang gelombang 410 nm. Setelah itu angka yang tertera dicatat.

### 3.5.10 TOM (*Total Organic Matter*)

Pengukuran kadar TOM (*Total Organic Matter*) pada penelitian ini yakni air sampel diambil sebanyak 50 ml dengan botol sampel dan dimasukkan elenmeyer menggunakan corong, kemudian ditambahkan 9,5 ml  $\text{KMnO}_4$  dari buret. Selanjutnya ditambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan perbandingan 1:4 dan air sampel dipanaskan menggunakan *hot plate* sampai suhu mencapai  $70-80^\circ\text{C}$  lalu diangkat. Setelah dingin ditambah Na-oxalate 0,01 N secara perlahan sampai tidak berwarna. Kemudian dititrasi dengan  $\text{KMnO}_4$  sampai terbentuk warna merah jambu dan dicatat volum yang dipakai sebagai ml titran (x ml). Selanjutnya ditambah 50 ml akuades dan dilakukan pengulangan prosedur mulai dari penambahan 9,5 ml  $\text{KMnO}_4$  sampai titrasi dan dicatat ml titran yang digunakan sebagai blanko (y ml). Terakhir kadar TOM dihitung dan dicatat hasilnya dengan rumus menurut Haryadi *et al.* (1992), sebagai berikut:



$$\text{TOM (mg/L)} = \frac{(x - y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

Dengan:

x : ml titran untuk air sampel

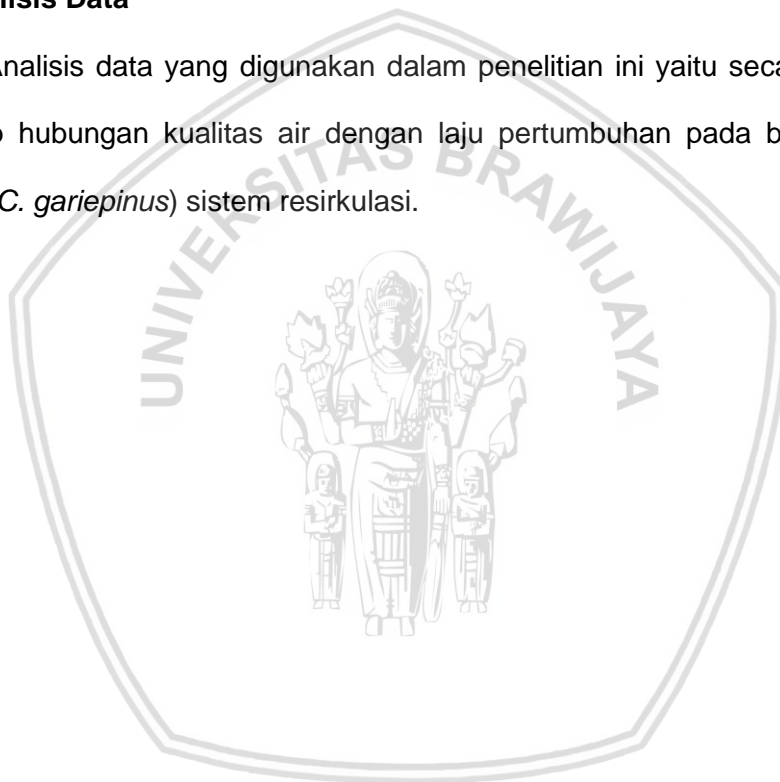
y : ml titran untuk akuades (larutan blanko)

31,6 : Seperlima dari BM  $\text{KMnO}_4$ , karena tiap mol  $\text{KMnO}_4$  melepaskan 5 oksigen dalam reaksi ini

0,01 : Normalitas  $\text{KMnO}_4$

### 3.6 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu secara deskriptif terhadap hubungan kualitas air dengan laju pertumbuhan pada budidaya lele dumbo (*C. gariepinus*) sistem resirkulasi.



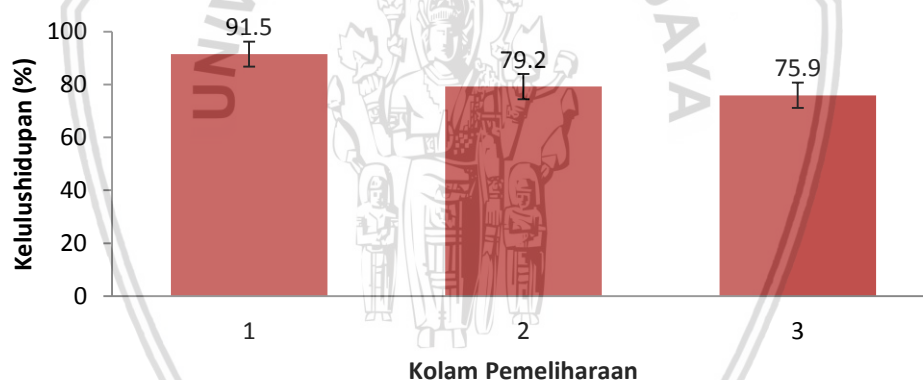


## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengamatan dan Perhitungan Kelulushidupan, Laju Pertumbuhan Spesifik, *Feed Conversion Ratio*, dan Retensi Protein

#### 4.1.1 Kelulushidupan

Kelulushidupan (*Survival Rate*) adalah persentase organisme yang hidup pada kurun waktu tertentu. Kelulushidupan dihitung dengan membandingkan jumlah organisme yang hidup pada akhir penelitian dengan jumlah organisme pada awal penelitian. Data perhitungan kelulushidupan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan hasil pengamatan kelulushidupan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) selama proses penelitian diperoleh grafik sebagai berikut pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Kelulushidupan Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan (1=100 ekor/m<sup>2</sup>, 2=300 ekor/m<sup>2</sup> dan 3=500 ekor/m<sup>2</sup>)

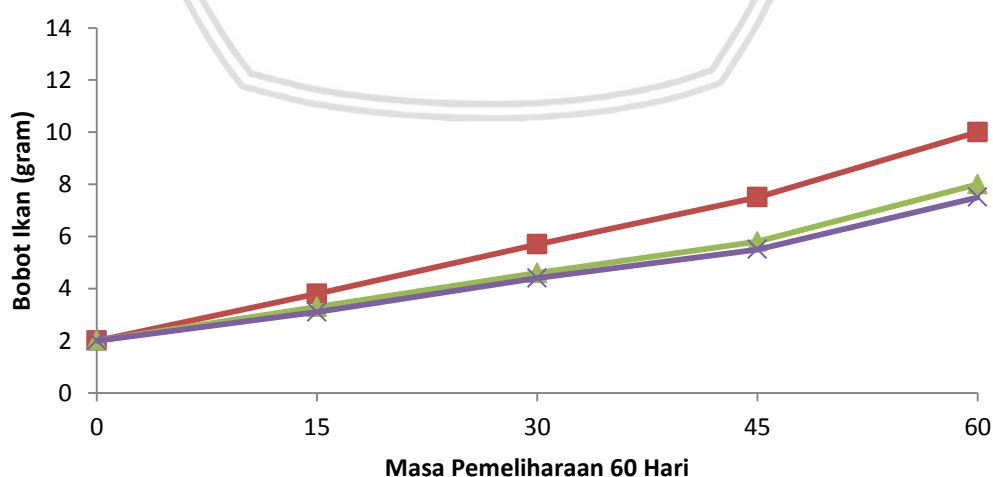
Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa persentase kelulushidupan tertinggi sebesar 91,5% yaitu pada kolam 1 dengan padat penebaran 100 ekor/m<sup>2</sup>, kemudian pada kolam 2 dengan padat penebaran 300 ekor/m<sup>2</sup> sebesar 79,2% dan terendah pada kolam 3 dengan padat penebaran 500 ekor/m<sup>2</sup> sebesar 75,9%. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan penambahan padat penebaran maka semakin menurun tingkat kelulushidupan ikan lele. Pada padat penebaran tinggi tingkat kematian ikan diduga disebabkan

oleh persaingan dalam perebutan mencari makanan dan sifat kanibal atau saling memangsa antar ikan lele. Hal ini sesuai dengan pernyataan Brown (1962), bahwa kematian pada ikan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu karena penyakit, serangan predator, sifat kanibal, kondisi fisika kimia perairan dan kegagalan memperoleh makanan.

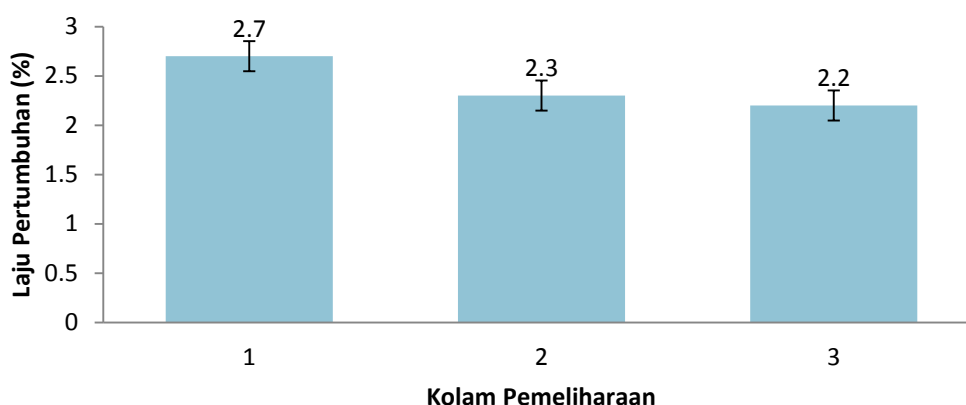
Data kelulushidupan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) selama pemeliharaan 60 hari dengan sistem resirkulasi menunjukkan hasil yang cukup bagus yaitu >70%. Tingkat kelulushidupan tinggi dimungkinkan karena kondisi parameter kualitas air yang baik dalam menunjang kehidupan lele. Sistem resirkulasi mampu menjaga kualitas media budidaya selama pemeliharaan (Samsundari dan Wirawan, 2013).

#### 4.1.2 Laju Pertumbuhan Spesifik

Data pertumbuhan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) selama penelitian diperoleh grafik pada Gambar 4. Kemudian data pertumbuhan dan perhitungan laju pertumbuhan spesifik pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan hasil pengamatan laju pertumbuhan spesifik ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) selama penelitian diperoleh grafik pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Grafik Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari  
Masa Pemeliharaan ( —■— Kolam 1, —▲— Kolam 2 dan  
—×— Kolam 3)



**Gambar 5.** Grafik Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan (1=100 ekor/m<sup>2</sup>, 2=300 ekor/m<sup>2</sup> dan 3=500 ekor/m<sup>2</sup>)

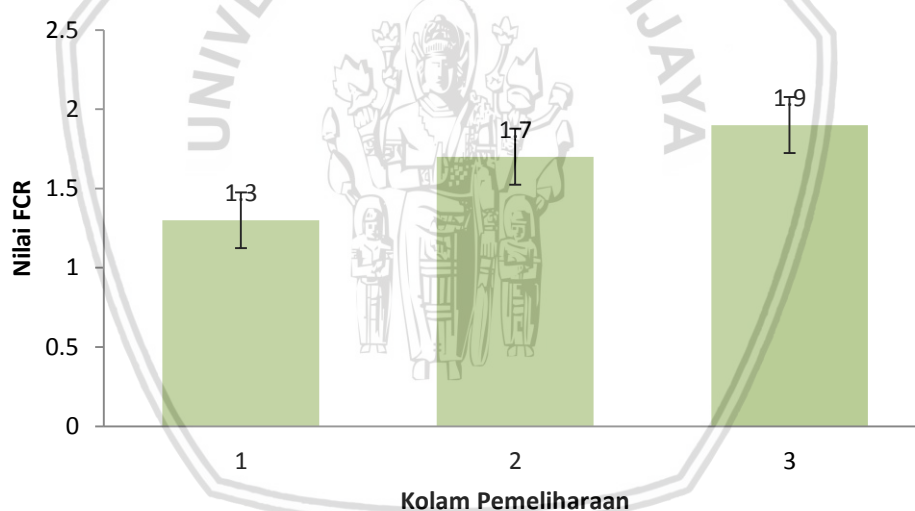
Dari Gambar 4 diketahui bahwa pada awal penebaran dengan bobot yang sama yaitu  $\pm 2$  gr dan diakhir pemeliharaan selama 60 hari terjadi perbedaan pertambahan bobot pada ikan lele. Pada kolam pemeliharaan 1 sebesar 10 gr/ekor, pada kolam pemeliharaan 2 sebesar 8 gr/ekor dan pada kolam pemeliharaan 3 sebesar 7,5 gr/ekor. Pada Gambar 5 diketahui bahwa tingkat laju pertumbuhan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) tertinggi pada kolam 1 sebesar 2,7%, kemudian pada kolam 2 sebesar 2,3% dan terendah pada kolam 3 sebesar 2,2%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin padat penebaran ikan tinggi maka tingkat persentase laju pertumbuhan spesifik semakin menurun. Menurut Afifi (2014), bahwa tingkat laju pertumbuhan spesifik mengalami penurunan seiring bertambahnya padat penebaran ikan.

Selisih antara perlakuan kolam pemeliharaan 2 (padat penebaran 300 ekor/m<sup>2</sup>) dengan perlakuan kolam pemeliharaan 3 (padat penebaran 500 ekor/m<sup>2</sup>) yaitu 0,1%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem resirkulasi yang digunakan dalam pemeliharaan ikan mendapatkan hasil yang baik, karena mampu meningkatkan pertumbuhan ikan dan mengurangi tingkat stres pada ikan. Hermawan *et al.* (2014) menyatakan bahwa peningkatan padat tebar dapat

menurunkan laju pertumbuhan spesifik hal ini dipengaruhi oleh ruang gerak yang sempit dan menyebabkan stres, sehingga terjadi penurunan nafsu makan ikan.

#### 4.1.3 Rasio Konversi Pakan

Pakan yang berkualitas secara langsung akan memberikan efek positif terhadap pertumbuhan ikan lele. Nilai konversi pakan menjadi salah satu parameter kualitas pakan dan kemampuan ikan dalam mencerna pakan yang diberikan selama waktu pemeliharaan. Semakin rendah nilai konversi pakan menandakan semakin baik tingkat pertumbuhan ikan lele. Data perhitungan rasio konversi pakan selama pemeliharaan dapat dilihat pada Lampiran 4, sedangkan hasil pengamatan rasio konversi pakan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) disajikan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik Rasio Konversi Pakan Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan (1=100 ekor/m<sup>2</sup>, 2=300 ekor/m<sup>2</sup> dan 3=500 ekor/m<sup>2</sup>)

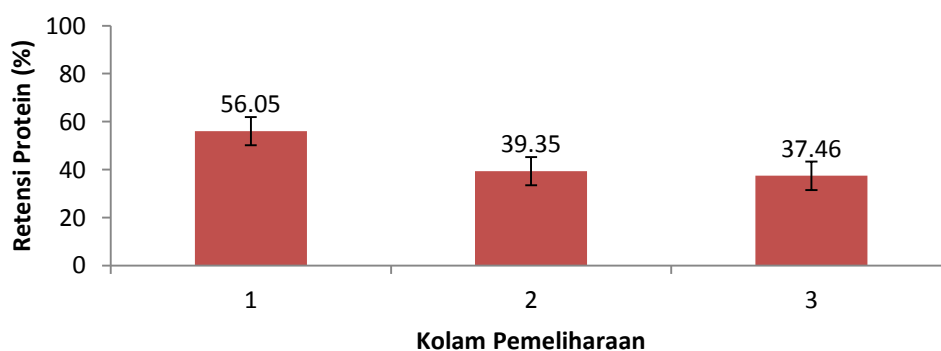
Dari Gambar 6 diketahui bahwa tingkat rasio konversi pakan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) terendah pada kolam 1 sebesar 1,3, kemudian pada kolam 2 sebesar 1,7 dan tertinggi pada kolam 3 sebesar 1,9. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa semakin tinggi padat penebaran maka semakin tinggi pula nilai rasio konversi pakan. Tingginya padat penebaran berhubungan dengan luas

pergerakan ikan, artinya semakin tinggi padat penebaran semakin kecil ruang untuk pergerakan ikan. Sehingga energi yang digunakan untuk bergerak mencari makan semakin besar. Menurut Sumpeno (2005), bahwa stres yang timbul akibat padat penebaran tinggi meningkatkan energi pemeliharaan, hal ini akan mengurangi energi dari pakan yang seharusnya untuk pertumbuhan.

Pada semua perlakuan padat penebaran yang berbeda (100 ekor/m<sup>2</sup>, 300 ekor/m<sup>2</sup> dan 500 ekor/m<sup>2</sup>) didapatkan hasil yang tinggi, hal ini diduga faktor ruang pergerakan ikan yang semakin sempit menyebabkan kompetisi dalam mencari makan semakin tinggi. Sehingga pemberian pakan akan lebih efektif pada tingkat kepadatan yang lebih rendah. Menurut Unisa (2013), bahwa dengan padat penebaran rendah ikan akan memanfaatkan pakan lebih efisien dibandingkan dengan padat penebaran tinggi, karena persaingan yang terjadi akan lebih rendah.

#### 4.1.4 Retensi Protein

Kemampuan ikan dalam menyerap protein pakan dan menyimpannya dalam tubuh menjadi salah satu faktor utama dalam pertumbuhan ikan. Data perhitungan retensi protein selama pemeliharaan dapat dilihat pada Lampiran 5, sedangkan hasil pengamatan retensi protein ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) disajikan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik Retensi Protein Ikan Lele Dumbo Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan (1=100 ekor/m<sup>2</sup>, 2=300 ekor/m<sup>2</sup> dan 3=500 ekor/m<sup>2</sup>)

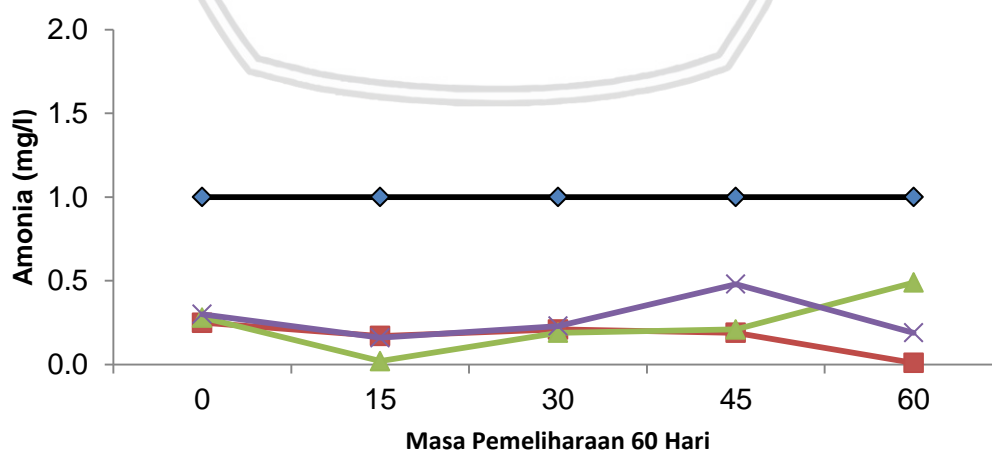
Dari Gambar 7 diketahui bahwa nilai retensi protein ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) tertinggi pada kolam 1 sebesar 56,05 %, kemudian pada kolam 2 sebesar 39,35 % dan terendah pada kolam 3 sebesar 37,46 %. Berdasarkan hasil nilai yang diperoleh berada pada kisaran yang kurang baik, karena menurut Ahmadi *et al.* (2012), yang diperoleh bahwa pakan dikatakan baik apabila nilai efisiensi penyerapan protein pakan lebih dari 50 % atau mendekati 100 %.

Semakin tinggi padat penebaran ikan semakin rendah nilai pemanfaatan protein untuk pertumbuhan ikan. Hal ini diduga penebaran yang tinggi mengakibatkan energi untuk pertumbuhan digunakan sebagai energi pemeliharaan. Menurut Hermawan *et al.* (2014), bahwa stres yang diakibatkan oleh padat tebar tinggi meningkatkan energi pemeliharaan ikan, sehingga akan mengurangi energi yang seharusnya untuk pertumbuhan.

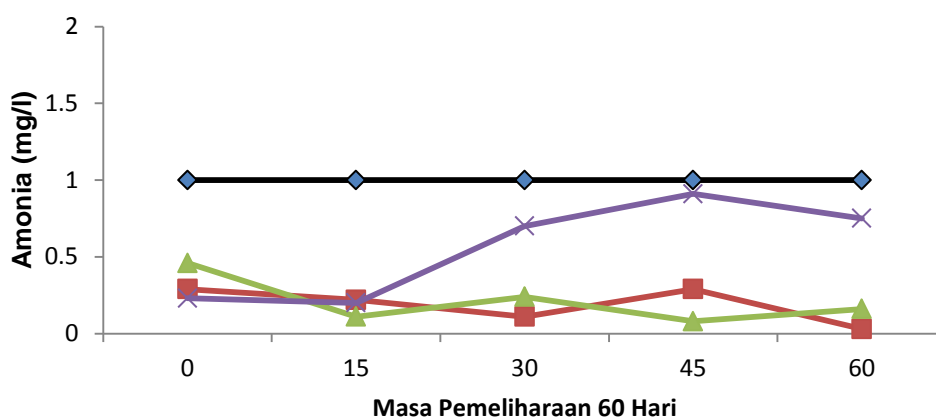
## 4.2 Hasil Pengamatan Kualitas Air Selama Penelitian

### 4.2.1 Amonia

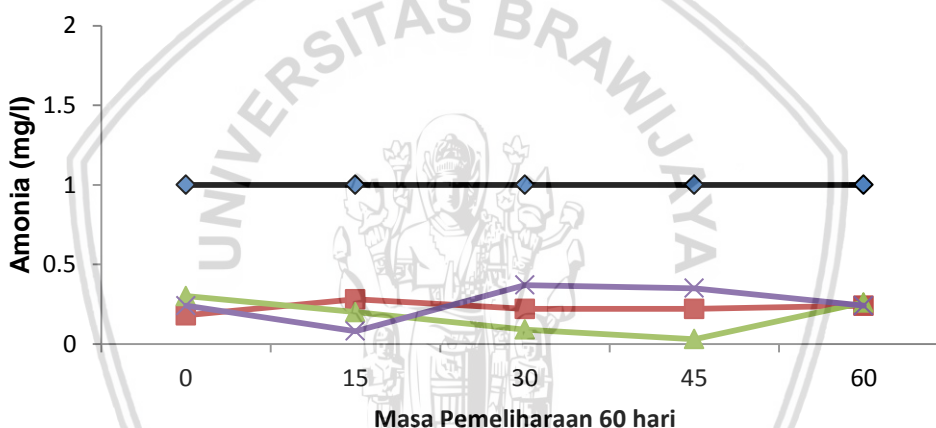
Data pengamatan amonia pada budidaya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) sistem resirkulasi selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan hasil pengamatan amonia diperoleh grafik sebagai berikut pada Gambar 8-10.



**Gambar 8.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi Amonia di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Batas Toleransi)



**Gambar 9.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi Amonia di Bak *Swirl-filter* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— *Swirl-filter* 1, —▲— *Swirl-filter* 2, —×— *Swirl-filter* 3 dan —◆— Batas toleransi)



**Gambar 10.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi Amonia di Bak *Bioball* Selama 60 Hari Masa Pemeliharaan (—■— *Bioball* 1, —▲— *Bioball* 2, —×— *Bioball* 3 dan —◆— Batas Toleransi)

Dari Gambar 8-10 diketahui konsentrasi amonia yang berada di kolam penelitian, *swirl-filter* dan *bioball* selama 60 hari masa pemeliharaan. Konsentrasi amonia pada kolam pemeliharaan 1 terendah sebesar 0,16 mg/l dan tertinggi 0,48 mg/l, pada kolam pemeliharaan 2 konsentrasi amonia terendah sebesar 0,01 mg/l dan tertinggi sebesar 0,35 mg/l dan konsentrasi amonia pada kolam pemeliharaan 3 terendah sebesar 0,02 mg/l dan tertinggi sebesar 0,49 mg/l.

Konsentrasi amonia pada *swirl-filter* 1 terendah sebesar 0,03 mg/l dan tertinggi sebesar 0,29 mg/l, pada *swirl-filter* 2 konsentrasi amonia terendah



sebesar 0,08 dan tertinggi 0,46 mg/l dan pada *swirl-filter* 3 konsentrasi amonia terendah sebesar 0,2 dan tertinggi sebesar 0,91 mg/l. Kemudian konsentrasi amonia pada *bioball* 1 terendah sebesar 0,18 mg/l dan tertinggi sebesar 0,28 mg/l, pada *bioball* 2 konsentrasi amonia terendah sebesar 0,03 mg/l dan tertinggi sebesar 0,3 mg/l dan pada *bioball* 3 konsentrasi amonia terendah sebesar 0,08 mg/l dan tertinggi sebesar 0,37 mg/l.

Dari Gambar 8-10 diketahui bahwa terjadi penurunan konsentrasi amonia setelah melewati bak biofilter. Konsentrasi amonia pada kolam pemeliharaan 1 sebesar 0,48 mg/l dan setelah melewati bak *bioball* terjadi penurunan menjadi 0,28 mg/l, kemudian konsentrasi amonia pada kolam pemeliharaan 2 sebesar 0,35 mg/l dan setelah melewati bak *bioball* terjadi penurunan menjadi 0,3 dan pada kolam pemeliharaan 3 konsentrasi amonia sebesar 0,49 mg/l dan setelah melewati bak *bioball* terjadi penurunan menjadi 0,37 mg/l. hal ini diduga terjadi perombakan amonia oleh bakteri di bak biofilter. Menurut Unisa (2013), bahwa filter biologis yang terdapat dalam sistem resirkulasi berfungsi untuk mengurai senyawa amonia dalam proses nitrifikasi. Konsentrai amonia tinggi dengan rata-rata 0,2 mg/l dan melebihi dari konsentrasi baku optimal dalam perairan. Menurut SNI (2000), konsentrasi aman amonia dalam perairan tidak lebih dari 0,1 mg/l. Kadar amonia yang tinggi dapat menyebabkan terganggunya kesehatan dan pertumbuhan ikan. Menurut Ahmadi *et al.* (2012), menyatakan bahwa konsentrasi amonia yang tinggi menyebabkan terganggunya metabolisme pada ikan, bahkan dapat mengakibatkan kematian.

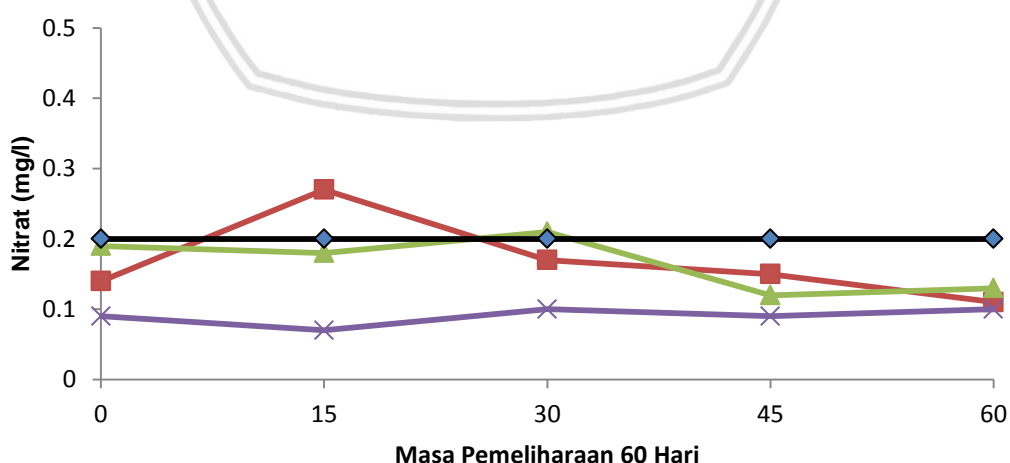
Hasil pengukuran amonia yang dilakukan selama pemeliharaan ikan lele melebihi batas baku optimal untuk kehidupan ikan. Namun masih dalam kategori layak untuk budidaya. Menurut Agustina *et al.* (2010), bahwa kondisi tersebut masih aman untuk kehidupan dan pertumbuhan lele, karena kandungan yang masih bisa ditolerir oleh lele berkisar 0,01–1 mg/l sehingga konsentrasi amonia

pada media pemeliharaan masih diperbolehkan untuk budidaya lele. Konsentrasi rerata amonia tertinggi sebesar 0,27 mg/l terdapat pada kolam 3 (kepadatan 500 ekor/m<sup>2</sup>) dan yang terendah sebesar 0,17 mg/l pada kolam 1 (kepadatan 100 ekor/m<sup>2</sup>). Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa semakin tinggi padat penebaran yang digunakan akan menghasilkan konsentrasi amonia yang semakin meningkat.

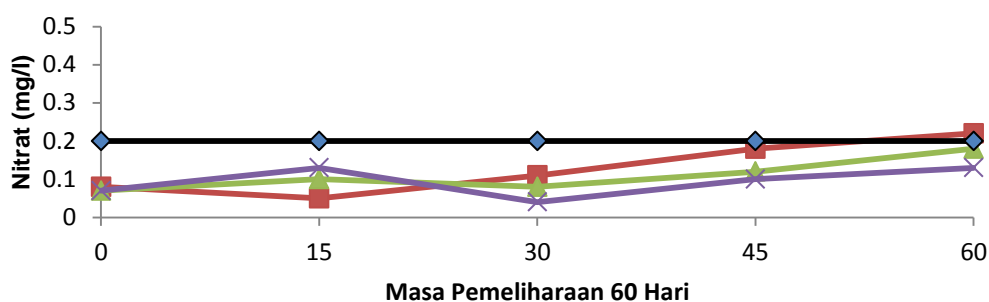
Peningkatan ini diduga karena terjadi penurunan kemampuan penyerapan amonia pada proses nitrifikasi oleh bakteri di *bioball* dalam sistem resirkulasi yang disebabkan jumlah bahan organik terlalu tinggi. *Bioball* dapat berperan sebagai agen biofiltrasi dengan proses penyerapan amonia. Selain itu, proses nitrifikasi dalam biofilter juga berperan dalam mereduksi konsentrasi NH<sub>3</sub> melalui oksidasi dan mengubah NH<sub>3</sub> menjadi NO<sub>3</sub> yang merupakan bentuk N yang lebih ramah lingkungan (Hermawan *et al.*, 2014).

#### 4.2.2 Nitrat

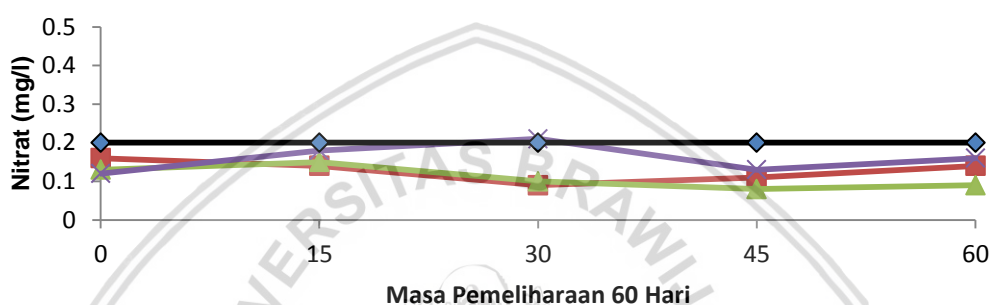
Data konsentrasi nitrat pada budidaya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) sistem resirkulasi selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan hasil pengamatan nitrat diperoleh grafik sebagai berikut pada Gambar 11-13.



**Gambar 11.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi Nitrat di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (■ Kolam 1, ▲ Kolam 2, × Kolam 3 dan ◆ Baku)



**Gambar 12.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi Nitrat di Bak *Swirl-filter* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— *Swirl-filter* 1 —▲— *Swirl-filter* 2, —×— *Swirl-filter* 3 dan —◆— Baku)



**Gambar 13.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi Nitrat di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— *Bioball* 1, —▲— *Bioball* 2, —×— *Bioball* 3 dan —◆— Baku)

Dari Gambar 11-13 diketahui konsentrasi nitrat yang berada di kolam penelitian, *swirl-filter* dan *bioball* selama 60 hari Masa Pemeliharaan. Konsentrasi nitrat pada kolam penelitian 1 terendah sebesar 0,11 mg/l dan tertinggi 0,27 mg/l, pada kolam penelitian 2 konsentrasi amonia terendah sebesar 0,13 mg/l dan tertinggi sebesar 0,21 mg/l dan konsentrasi amonia pada kolam penelitian 3 terendah sebesar 0,07 mg/l dan tertinggi sebesar 0,1 mg/l.

Konsentrasi nitrat pada *swirl-filter* 1 terendah sebesar 0,05 mg/l dan tertinggi sebesar 0,22 mg/l, pada *swirl-filter* 2 konsentrasi nitrat terendah sebesar 0,07 dan tertinggi 0,18 mg/l dan pada *swirl-filter* 3 konsentrasi nitrat terendah sebesar 0,07 dan tertinggi sebesar 0,13 mg/l. Kemudian konsentrasi nitrat pada *bioball* 1 terendah sebesar 0,09 mg/l dan tertinggi sebesar 0,16 mg/l, pada *bioball* 2 konsentrasi nitrat terendah sebesar 0,08mg/l dan tertinggi sebesar 0,15

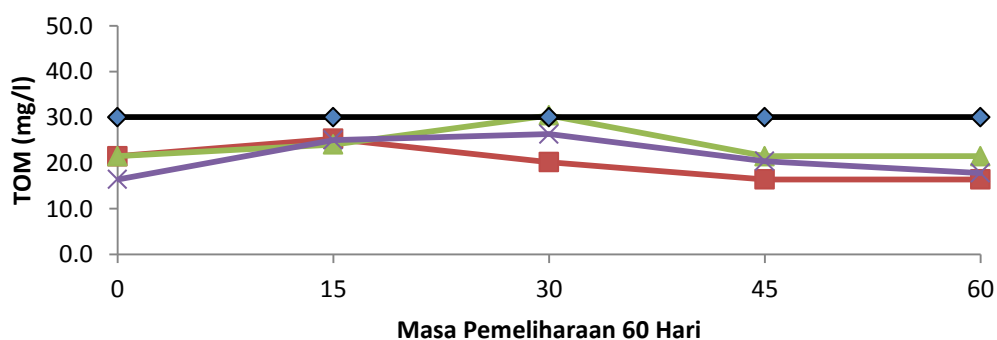
mg/l dan pada *bioball* 3 konsentrasi nitrat terendah sebesar 0,12 mg/l dan tertinggi sebesar 0,21 mg/l.

Berdasarkan hasil pengukuran nitrat pada grafik diketahui bahwa terjadi kenaikan di bak *swirl-filter* dan bak *bioball*, namun terjadi penurunan konsentrasi nitrat di kolam pemeliharaan. Penurunan nitrat pada kolam pemeliharaan diduga karena nitrat dimanfaatkan oleh plankton yang terdapat di kolam pemeliharaan. Menurut Effendi (2003), bahwa nitrat dalam perairan dimanfaatkan plankton untuk pertumbuhan.

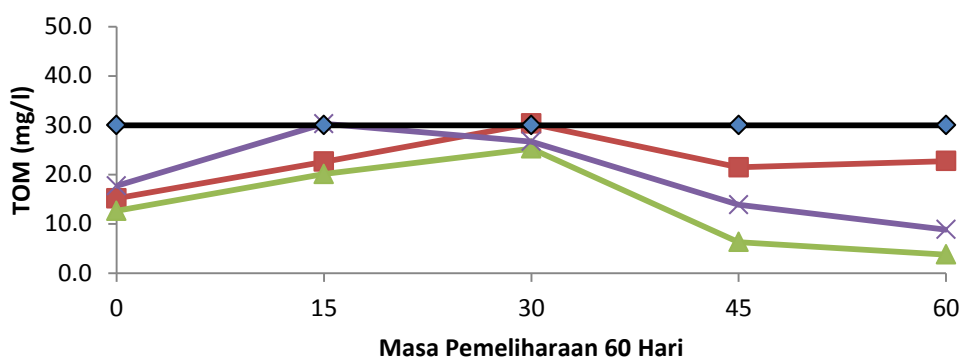
Konsentrasi nitrat pada kolam pemeliharaan 1 rata-rata 0,16 mg/l, pada kolam pemeliharaan 2 rata-rata 0,16 dan pada kolam pemeliharaan 3 rata-rata 0,09. Nilai nitrat pada ketiga kolam pemeliharaan masih dalam kisaran yang baik untuk tumbuhan akuatik, namun berada dalam kisaran kurang optimal untuk pertumbuhan ikan lele. Konsentrasi nitrat yang optimal untuk pertumbuhan ikan lele berkisar 0,4-0,8 mg/l (Clifford, 1994).

#### 4.2.3 TOM (*Total Organic Matter*)

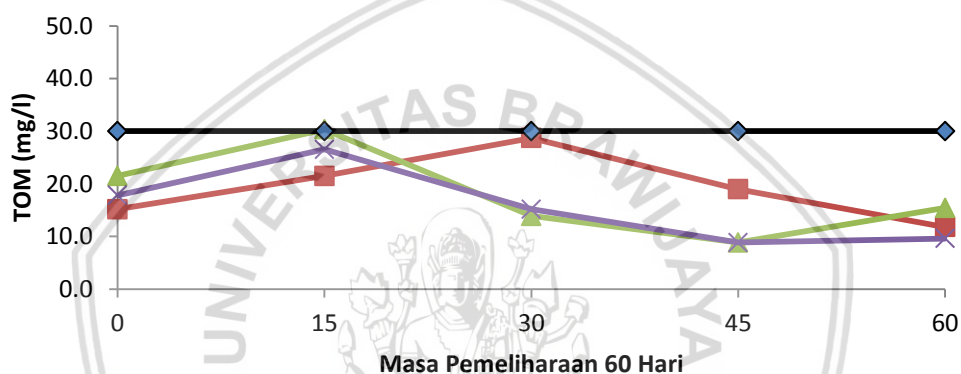
Data Pengamatan konsentrasi *Total Organic Matter* (TOM) pada budidaya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) sistem resirkulasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan hasil pengamatan TOM diperoleh grafik sebagai berikut pada Gambar 14-16.



**Gambar 14.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi TOM di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Baku)



**Gambar 15.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi TOM di Bak *Swirl-filter* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— *Swirl-filter* 1, —▲— *Swirl-filter* 2, —×— *Swirl-filter* 3 dan —◆— Baku)



**Gambar 16.** Grafik Fluktuasi Konsentrasi TOM di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— *Bioball* 1, —▲— *Bioball* 2, —×— *Bioball* 3 dan —◆— Baku)

Dari grafik Gambar 14-16 diketahui konsentrasi TOM yang berada di kolam pemeliharaan, *swirl-filter* dan *bioball* selama 60 hari masa pemeliharaan. Konsentrasi TOM pada kolam penelitian 1 terendah sebesar 16,4 mg/l dan tertinggi 25,3 mg/l, pada kolam penelitian 2 konsentrasi TOM terendah sebesar 21,5 mg/l dan tertinggi sebesar 30,4 mg/l dan konsentrasi TOM pada kolam penelitian 3 terendah sebesar 16,4 mg/l dan tertinggi sebesar 26,3 mg/l.

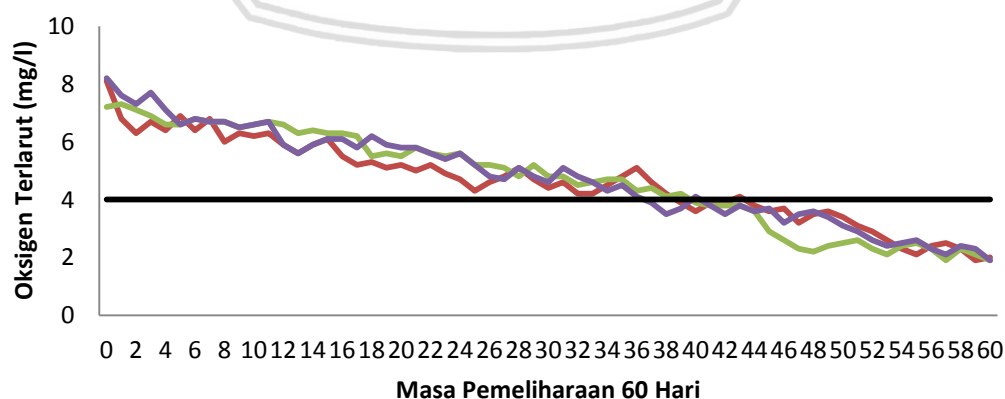
Konsentrasi TOM pada *swirl-filter* 1 terendah sebesar 15,2 mg/l dan tertinggi sebesar 30,3 mg/l, pada *swirl-filter* 2 konsentrasi TOM terendah sebesar 3,8mg/l dan tertinggi 25,3 mg/l dan pada *swirl-filter* 3 konsentrasi TOM terendah sebesar 8,9 dan tertinggi sebesar 30,3 mg/l. Kemudian konsentrasi TOM pada

*bioball* 1 terendah sebesar 11,8 mg/l dan tertinggi sebesar 28,7 mg/l, pada *bioball* 2 konsentrasi TOM terendah sebesar 8,9 mg/l dan tertinggi sebesar 30,3 mg/l dan pada *bioball* 3 konsentrasi TOM terendah sebesar 8,9 mg/l dan tertinggi sebesar 26,5 mg/l.

Hasil pengukuran TOM dari ketiga kolam pemeliharaan berkisar rata-rata >20 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kondisi media pemeliharaan masih layak untuk kehidupan ikan lele. Menurut Effendi (2003), bahwa dalam kegiatan budidaya, nilai TOM yang berada pada kisaran 20-40 mg/l masuk dalam kategori sedang dan tidak mengganggu kegiatan budidaya. Menurut Zulkifli *et al.* (2013), kandungan bahan organik yang terlalu tinggi akan mempengaruhi kehidupan dan kelimpahan organisme di dalamnya. Sehingga pada konsentrasi yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan terjadi dominasi salah satu jenis organisme.

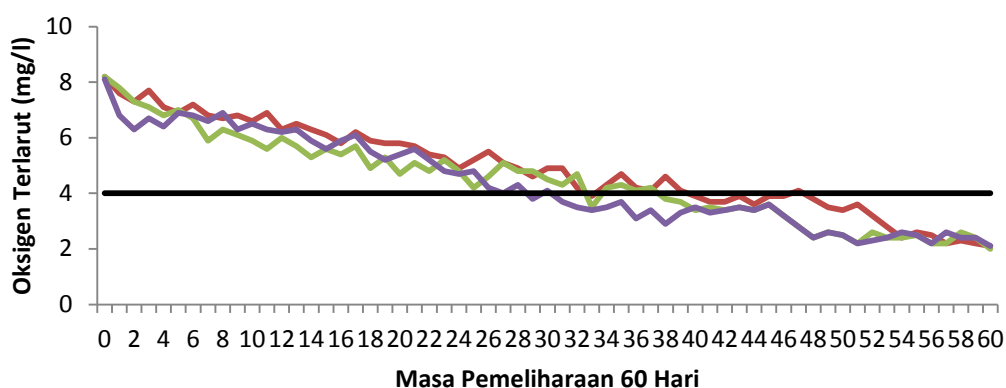
#### 4.2.4 DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (DO) yang diamati pada saat penelitian selama 60 hari dilakukan pagi dan siang hari. Data konsentrasi DO pada penelitian budidaya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) sistem resirkulasi selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan hasil pengamatan diperoleh grafik sebagai berikut pada Gambar 17-22.

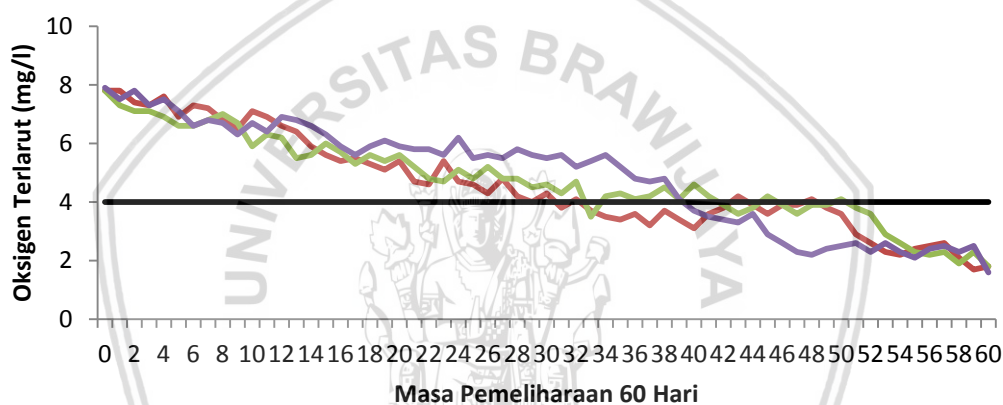


**Gambar 17.** Grafik Dinamika DO (*Dissolved Oxygen*) Pagi Hari di Kolam Pemeliharaan selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Optimal)

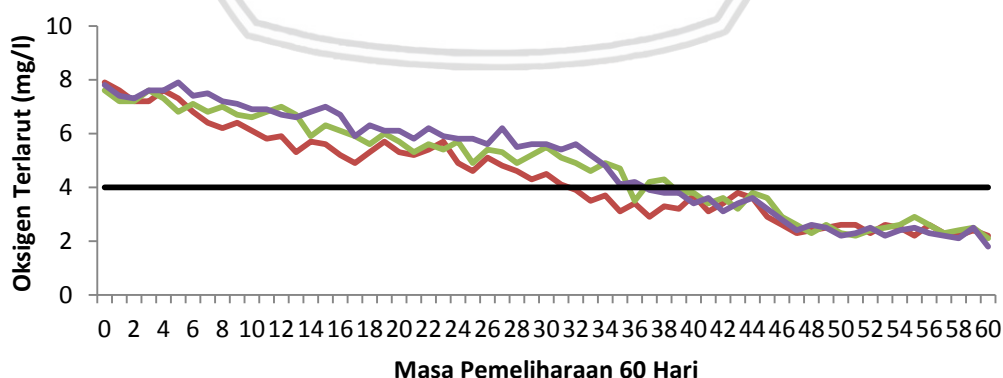




**Gambar 18.** Grafik Dinamika DO (*Dissolved Oxygen*) Siang Hari di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Optimal)

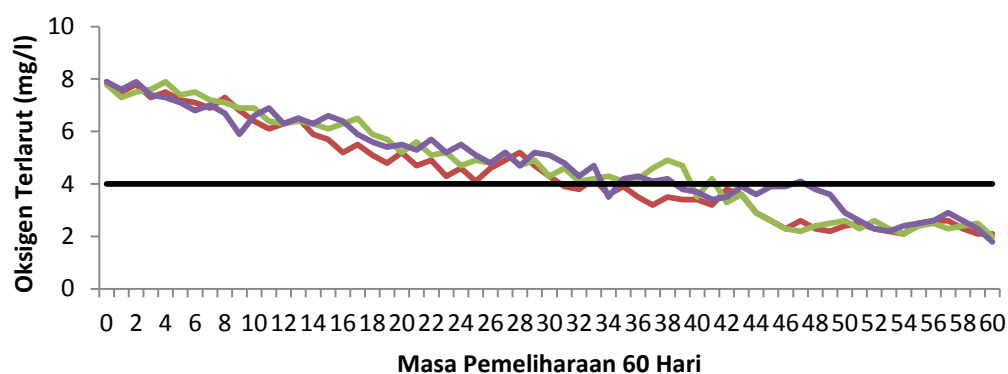


**Gambar 19.** Grafik Dinamika DO (*Dissolved Oxygen*) Pagi Hari di Bak Swirl-filter Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Swirl-filter 1, —▲— Swirl-filter 2, —×— Swirl-filter 3 dan —◆— Optimal)

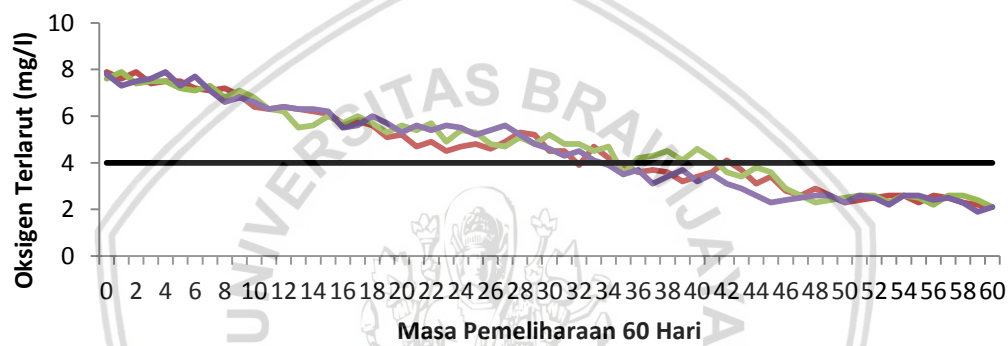


**Gambar 20.** Grafik Dinamika DO (*Dissolved Oxygen*) Siang Hari di Bak Swirl-filter Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Swirl-filter 1, —▲— Swirl-filter 2, —×— Swirl-filter 3 dan —◆— Optimal)





**Gambar 21.** Grafik Dinamika DO (*Dissolved Oxygen*) Pagi Hari di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— *Bioball* 1, —▲— *Bioball* 2, —×— *Bioball* 3 dan —◆— Optimal)



**Gambar 22.** Grafik Dinamika DO (*Dissolved Oxygen*) Siang Hari di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— *Bioball* 1, —▲— *Bioball* 2, —×— *Bioball* 3 dan —◆— Optimal)

Dari Gambar 17-22 diketahui DO (*Dissolved Oxygen*) yang berada di kolam pemeliharaan, bak *swirl-filter* dan bak *bioball* selama 60 hari masa pemeliharaan. Konsentrasi DO pada kolam pemeliharaan 1 terendah sebesar 2 mg/l dan tertinggi 8,1 mg/l, pada kolam pemeliharaan 2 konsentrasi DO terendah sebesar 1,9 mg/l dan tertinggi sebesar 7,2 mg/l dan konsentrasi DO pada kolam pemeliharaan 3 terendah sebesar 1,9 mg/l dan tertinggi sebesar 8,2 mg/l.

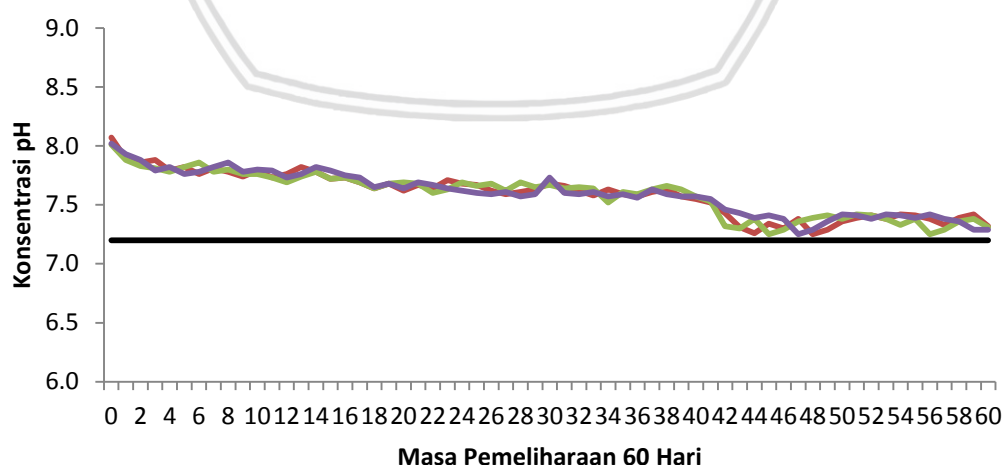
Konsentrasi DO pada bak *swirl-filter* 1 terendah sebesar 1,8 mg/l dan tertinggi sebesar 7,8 mg/l, pada bak *swirl-filter* 2 konsentrasi DO terendah sebesar 1,8 dan tertinggi 7,8 mg/l dan pada bak *swirl-filter* 3 konsentrasi DO terendah sebesar 1,6 dan tertinggi sebesar 7,9 mg/l. Kemudian konsentrasi DO

pada bak *bioball* 1 terendah sebesar 2,1 mg/l dan tertinggi sebesar 7,9 mg/l, pada bak *bioball* 2 konsentrasi DO terendah sebesar 2 mg/l dan tertinggi sebesar 7,8 mg/l dan pada bak *bioball* 3 konsentrasi DO terendah sebesar 1,8 mg/l dan tertinggi sebesar 7,9 mg/l.

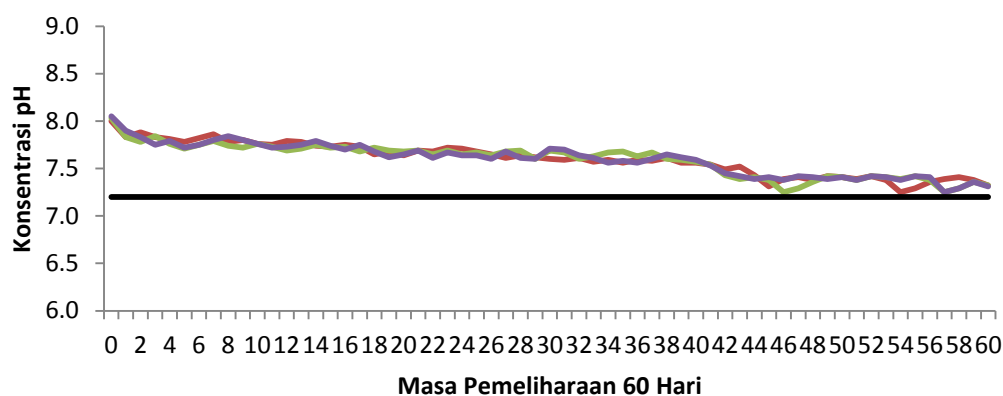
Hasil pengukuran DO (*Dissolved Oxygen*) selama penelitian menunjukkan bahwa penurunan oksigen terlarut pada media budidaya seiring bertambahnya masa pemeliharaan ikan, hal ini diduga karena semakin ikan tumbuh maka kebutuhan akan oksigen terlarut juga meningkat. Berdasarkan Gambar 17-22 diketahui bahwa kisaran oksigen terlarut pada media pemeliharaan berkisar 1,6-8 mg/l, sehingga kondisi tersebut masih layak untuk budidaya. Menurut Rahmawan *et al.* (2014), bahwa batas toleransi kandungan oksigen terlarut di perairan yang masih bisa diterima oleh ikan lele >1 mg/l.

#### 4.2.5 pH

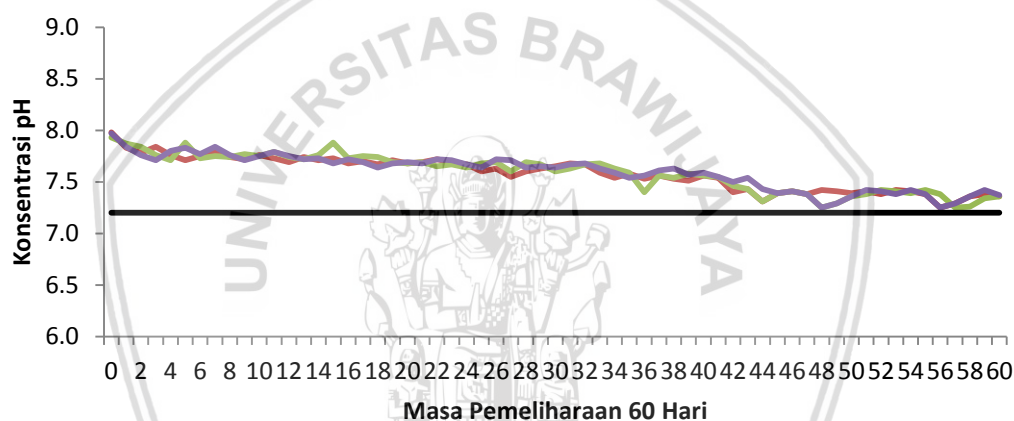
Pengukuran pH dilakukan saat pagi dan siang hari selama 60 hari pemeliharaan. Data konsentrasi pH budidaya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) sistem resirkulasi selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 6, sedangkan hasil pengamatan pH diperoleh grafik sebagai berikut pada Gambar 23-28.



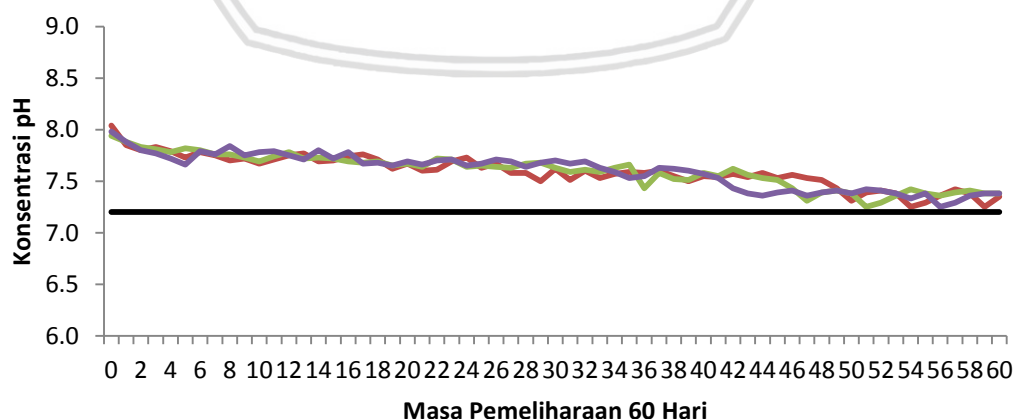
**Gambar 23.** Grafik Dinamika pH Pagi Hari di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Optimal)



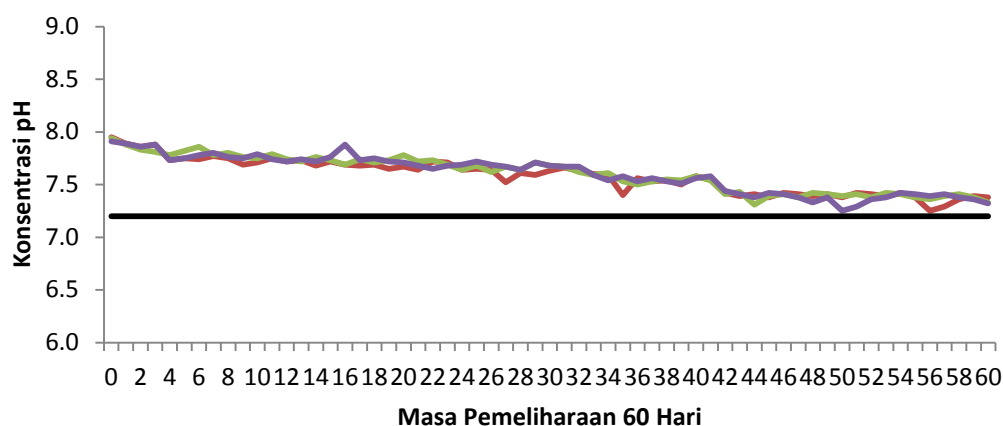
**Gambar 24.** Grafik Dinamika pH Siang Hari di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Optimal)



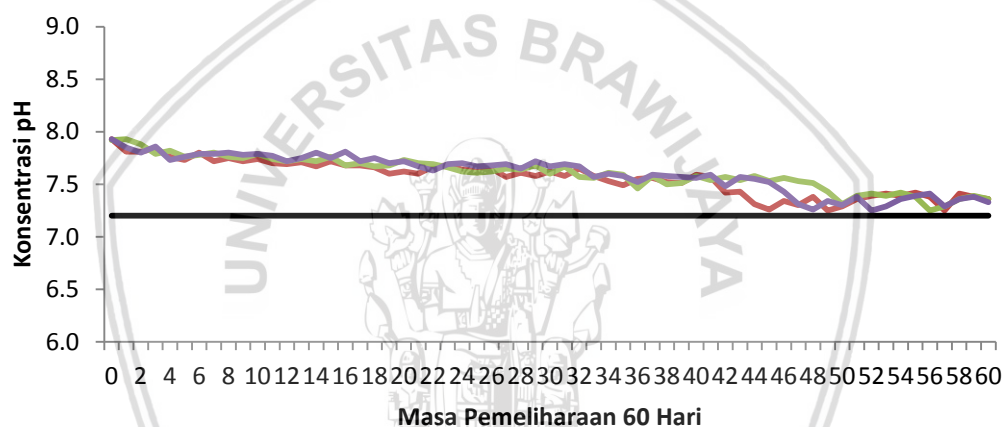
**Gambar 25.** Grafik Dinamika pH Pagi Hari di Bak Swirl-filter Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Swirl-filter 1, —▲— Swirl-filter 2, —×— Swirl-filter 3 dan —◆— Optimal)



**Gambar 26.** Grafik Dinamika pH Siang Hari di Bak Swirl-filter Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Swirl-filter 1, —▲— Swirl-filter 2, —×— Swirl-filter 3 dan —◆— Optimal)



**Gambar 27.** Grafik Dinamika pH Pagi Hari di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan ( —■— *Bioball 1*, —▲— *Bioball 2*, —×— *Bioball 3* dan —◆— Optimal)



**Gambar 28.** Grafik Dinamika pH Siang Hari di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan ( —■— *Bioball 1*, —▲— *Bioball 2*, —×— *Bioball 3* dan —◆— Optimal)

Dari grafik Gambar 23-28 diketahui konsentrasi pH yang berada di kolam pemeliharaan, bak *swirl-filter* dan bal *bioball* selama 60 hari Masa Pemeliharaan. Konsentrasi pH pada kolam pemeliharaan 1 terendah sebesar 7,25 mg/l dan tertinggi 8,07 mg/l, pada kolam pemeliharaan 2 konsentrasi pH terendah sebesar 7,25 mg/l dan tertinggi sebesar 8,01 mg/l dan konsentrasi pH pada kolam pemeliharaan 3 terendah sebesar 7,25 mg/l dan tertinggi sebesar 8,02 mg/l.

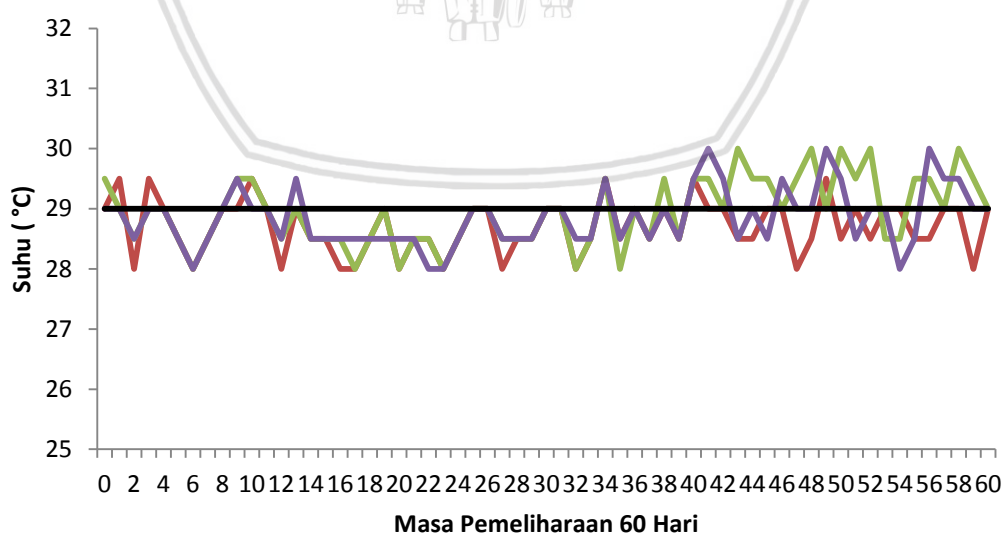
Konsentrasi pH pada bak *swirl-filter* 1 terendah sebesar 7,25 mg/l dan tertinggi sebesar 7,98 mg/l, pada bak *swirl-filter* 2 konsentrasi pH terendah

sebesar 7,25 dan tertinggi 7,93 mg/l dan pada bak *swirl-filter* 3 konsentrasi pH terendah sebesar 7,25 dan tertinggi sebesar 7,97 mg/l. Kemudian konsentrasi pH pada bak *bioball* 1 terendah sebesar 7,25 mg/l dan tertinggi sebesar 7,95 mg/l, pada bak *bioball* 2 konsentrasi pH terendah sebesar 7,31 mg/l dan tertinggi sebesar 7,94 mg/l dan pada bak *bioball* 3 konsentrasi pH terendah sebesar 7,25 mg/l dan tertinggi sebesar 7,91 mg/l.

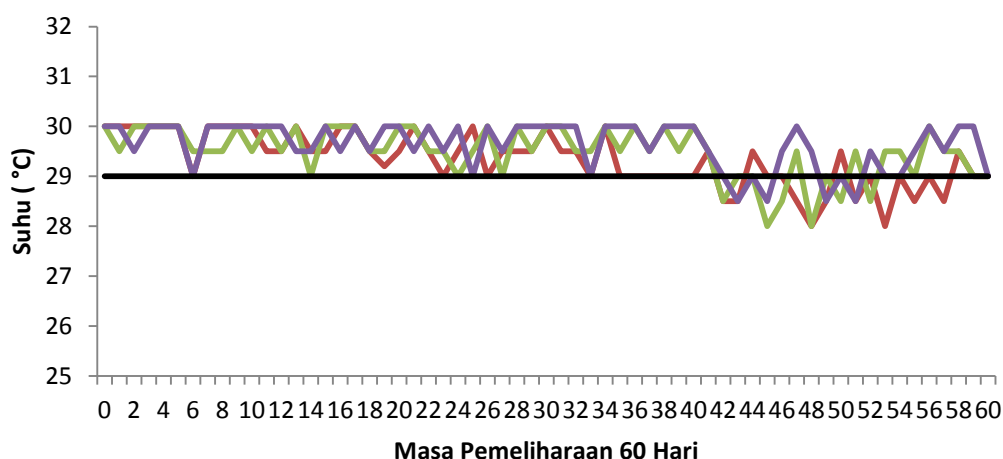
Berdasarkan hasil pengukuran pH selama penelitian masih dalam kisaran normal antara 7,25-7,95. Hasil ini masih layak digunakan untuk pemeliharaan lele dumbo. Menurut SNI (2000), bahwa nilai pH produktif untuk pertumbuhan ikan lele berkisar antara 6,5-8,6. Sehingga pH pada media pemeliharaan masih memenuhi persyaratan kelayakan budidaya.

#### 4.2.6 Suhu

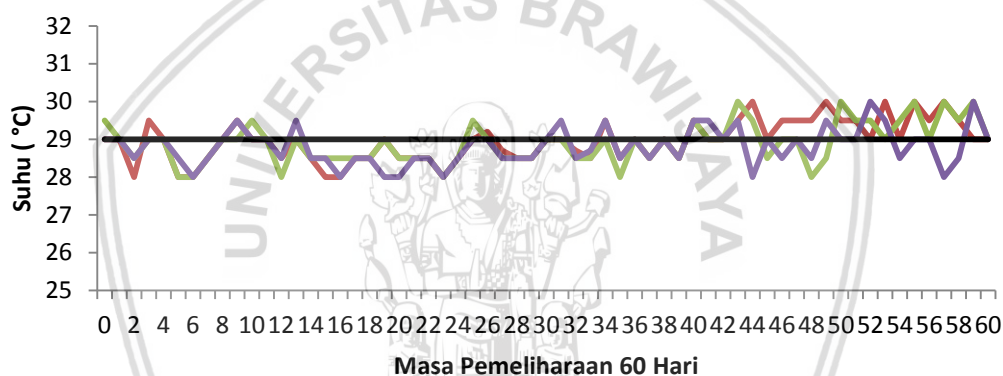
Suhu yang diamati pada saat penelitian selama 60 hari dilakukan pagi dan siang hari. Data suhu pada budidaya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) sistem resirkulasi selama penelitian dapat dilihat pada lampiran 6, sedangkan hasil pengamatan suhu diperoleh grafik sebagai berikut pada Gambar 29-34.



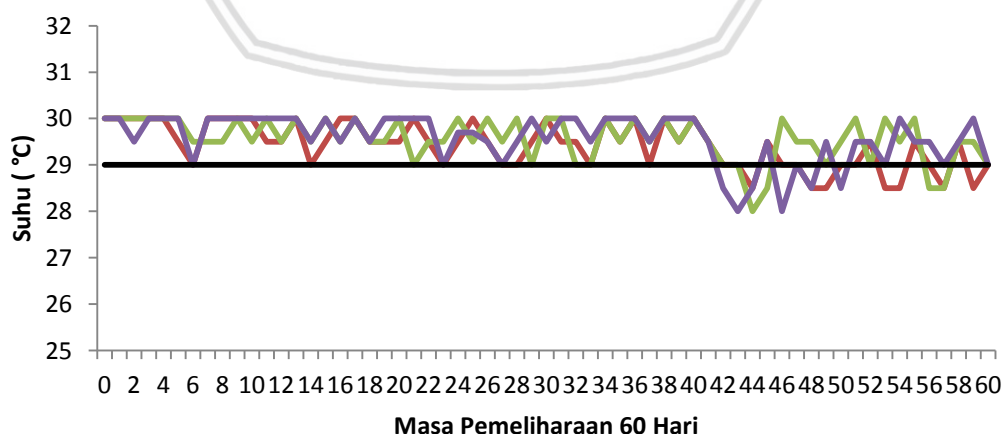
**Gambar 29.** Grafik Dinamika Suhu Pagi Hari di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Optimal)



**Gambar 30.** Grafik Dinamika Suhu Siang Hari di Kolam Pemeliharaan Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Kolam 1, —▲— Kolam 2, —×— Kolam 3 dan —◆— Optimal)

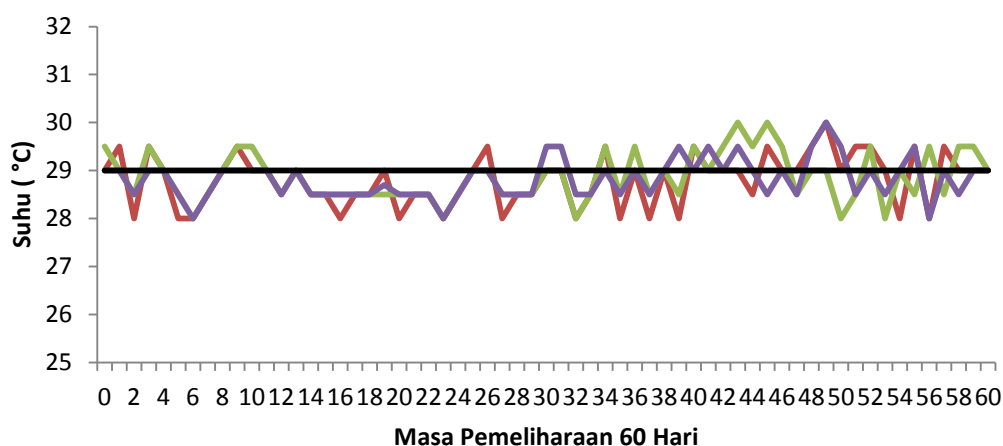


**Gambar 31.** Grafik Dinamika Suhu Pagi Hari di Bak Swirl-filter Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Swirl-filter 1, —▲— Swirl-filter 2, —×— Swirl-filter 3 dan —◆— Optimal)

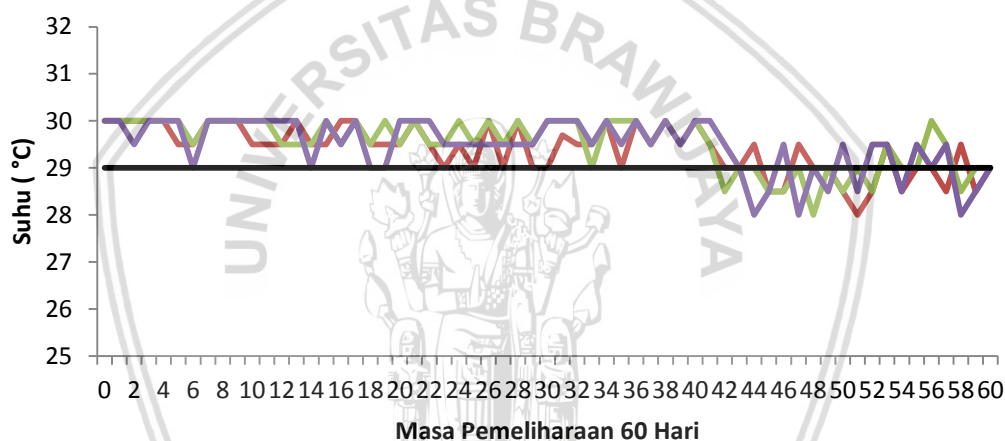


**Gambar 32.** Grafik Dinamika Suhu Siang Hari di Bak Swirl-filter Selama 60 hari Masa Pemeliharaan (—■— Swirl-filter 1, —▲— Swirl-Filter 2, —×— Swirl-filter 3 dan —◆— Optimal)





**Gambar 33.** Grafik Dinamika Suhu Pagi Hari di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan ( —■— *Bioball* 1, —▲— *Bioball* 2, —×— *Bioball* 3 dan —◆— Optimal)



**Gambar 34.** Grafik Dinamika Suhu Siang Hari di Bak *Bioball* Selama 60 hari Masa Pemeliharaan ( —■— *Bioball* 1, —▲— *Bioball* 2, —×— *Bioball* 3 dan —◆— Optimal)

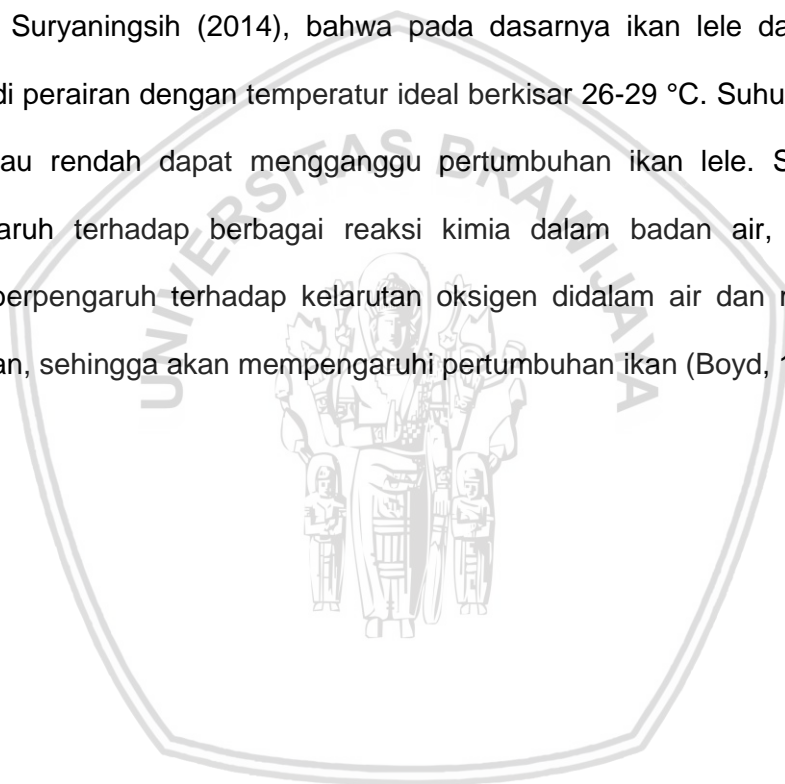
Dari Gambar 29-34 diketahui konsentrasi suhu yang berada di kolam pemeliharaan, bak *swirl-filter* dan bak *bioball* selama 60 hari masa Pemeliharaan. Konsentrasi suhu pada kolam pemeliharaan 1 terendah sebesar 28 °C dan tertinggi 29,5 °C, pada kolam pemeliharaan 2 konsentrasi suhu terendah sebesar 28 °C dan tertinggi sebesar 30 °C dan konsentrasi suhu pada kolam pemeliharaan 3 terendah sebesar 28 °C dan tertinggi sebesar 30 °C.

Konsentrasi suhu pada bak *swirl-filter* 1 terendah sebesar 28 °C dan tertinggi sebesar 30 °C, pada bak *swirl-filter* 2 konsentrasi suhu terendah sebesar



28 °C dan tertinggi 30 °C dan pada bak *swirl-filter* 3 konsentrasi suhu terendah sebesar 28 °C dan tertinggi sebesar 30 °C. Kemudian konsentrasi suhu pada bak *bioball* 1 terendah sebesar 28 °C dan tertinggi sebesar 30 °C, pada bak *bioball* 2 konsentrasi suhu terendah sebesar 28 °C dan tertinggi sebesar 30 °C dan bak *bioball* 3 konsentrasi suhu terendah sebesar 28 °C dan tertinggi sebesar 30 °C.

Hasil pengukuran kualitas air pada semua kolam menunjukkan nilai suhu stabil berkisar antara 28-30 °C, nilai tersebut untuk hidup dan pertumbuhan lele. Menurut Suryaningsih (2014), bahwa pada dasarnya ikan lele dapat tumbuh optimal di perairan dengan temperatur ideal berkisar 26-29 °C. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengganggu pertumbuhan ikan lele. Suhu sangat berpengaruh terhadap berbagai reaksi kimia dalam badan air, diantaranya adalah berpengaruh terhadap kelarutan oksigen didalam air dan metabolisme tubuh ikan, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan ikan (Boyd, 1990).



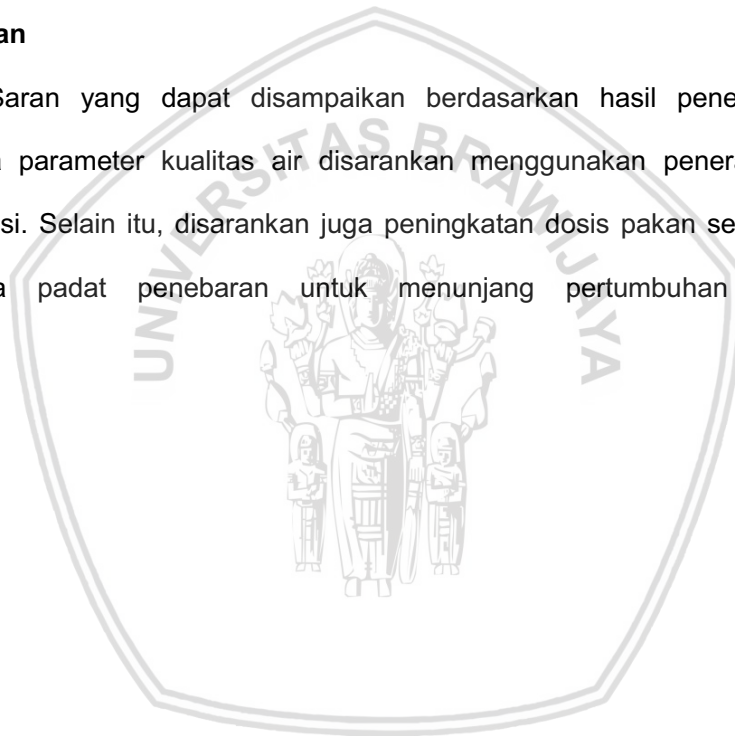
## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian ini adalah kualitas air yang baik dapat menunjang laju pertumbuhan ikan, namun dengan padat penebaran yang semakin tinggi perlu adanya peningkatan dosis pakan untuk menambah suplai energi.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian, untuk menjaga parameter kualitas air disarankan menggunakan penerapan sistem resirkulasi. Selain itu, disarankan juga peningkatan dosis pakan seiring dengan tingginya padat penebaran untuk menunjang pertumbuhan ikan lele.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adria, P. M. 2010. Pengaruh stimulan pakan ikan (spi) untuk pembesaran nila merah (*Oreochromis sp.*) yang dipelihara di waring ikan. *Prosiding Simposium dan Pameran Teknologi Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 6:135-142.
- Afifi, I. M. 2014. *Pemanfaatan bioflok pada budidaya ikan lele dumbo (Clarias sp.) dengan padat tebar berbeda terhadap laju pertumbuhan dan survival rate (SR)*. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya. (tidak diterbitkan). 65 hlm.
- Agustina, Z., Muntamah, F. Lusianti, B. I. A. Fajri dan F. Maula. 2010. *Perbaikan kualitas daging ikan lele dumbo (Clarias gariepinus) melalui manipulasi media pemeliharaan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan). 50 hlm.
- Ahmadi, H., Iskandar dan N. Kurniawati. 2012. Pemberian probiotik dalam pakan terhadap pertumbuhan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada pendederan II. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(4) 99-107.
- Alfia, A. R., E. Arini dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter *bioball*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3): 86-93.
- Alfianingsi, A. A. 2011. *Kualitas karaginan rumput laut jenis eucheuma spinosum di perairan desa Punaga Kabupaten Takalar*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar. (tidak diterbitkan). 40 hlm.
- Amri, K. 2003. Budi Daya Udang Windu secara Intensif. PT Agromedia Pustaka. Depok. 22-27 hlm.
- Balai Besar pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT). 2005. Petunjuk Pembenihan Ikan Lele (*Clarias sp.*). Sukabumi. 3 hlm.
- Bank Indonesia. 2010. Budidaya Pembesaran Ikan Lele. Bank Indonesia. 86 hlm.
- Boyd, C. E. 1977. Water Quality and Warmwater Fish Ponds. Agricultural Experiment Station. Auburn University. 277 pp.
- \_\_\_\_\_. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Co: Birmingham. Alabama. 225 pp.
- Brown, M. E. 1962. The Physiology of Fishes. Metabolism Academic Press Inc. New York. 36 pp.
- Budiardi, T. 2008. *Keterkaitan produksi dengan beban masukan bahan organik pada sistem budidaya intensif udang vaname (Litopenaeus vannamei boone 1931)*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan). 83 hlm

- Carman, O. dan A. Sucipto. 2013. Pembesaran Nila 2,5 Bulan. Penebar Swadaya. Jakarta. 100 hlm.
- Clifford, H. C. 1994. Semi-intensive sensation: a case study in marine shrimp pond management. *World Aquaculture*. **25**(25): 10-19.
- Ebeling, J. M., C.F. Welsh and K. L. Rishel. 2006. Performance evaluation of an inclined belt filter using coagulation/flocculation aids for the removal of suspended solids and phosphorus from microscreen backwash effluent. *Aquaculture Engineering*. **35**(4): 61-77.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta. 66 hlm.
- Hamdi, A.S dan E. Baharuddin. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi dalam Pendidikan. Deepublish. Yogyakarta. 25 hlm.
- Haryadi, S., I. N. N. Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. Limnologi Penuntun Praktikum dan Metode Analisa kualitas Air. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 122 hlm.
- Hariani, F., Mulyadi dan P. Iskandar. 2013. Growth and survival rate of silais (*Ompok hypophthalmus*) on aquaponic system with vabrious mustard density. *Journal of Aquaculture*. **6**(2): 6 – 13.
- Halver, J. E and R. W. Hardy. 2002. Fish Nutrition. Academic Press. USA. 376 hlm.
- Hendriana, A. 2010. Pembesaran Lele Kolam Terpal. Penebar Swadaya. Jakarta. 30 hlm.
- Hermawan, T. E. S. A., A. Sudaryono dan S. B. Prayitno. 2014. Pengaruh padat tebar berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih lele (*Clarias gariepinus*) dalam media bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. **3**(3): 35-42.
- Hughes, K. P. and J. H. Soares. 1998. Efficacy of phytase on phosphorus utilization in practical diets fed to striped bass morone saxatilis. *Aquaculture Nutrition*. **4**(3): 133-140.
- Iswanto, B., R. Suprpto., H. Marnis dan Imron. 2016. Performa reproduksi ikan lele mutiara (*Clarias gariepinus*). *Media Akuakultur*. **11**(1): 1-9.
- Jangkaru, Z. 2002. Pembesaran Ikan Air Tawar di Berbagai Lingkungan Pemeliharaan. Penebar Swadaya. Jakarta. 72 hlm.
- Kementerian Perikanan dan Kelautan Republik Indonesia. 2017. Laporan Kinerja Kementerian Perikanan dan Kelautan Republik Indonesia Tahun 2017. Jakarta. 35 hlm.
- Kurniawan, A. 2013. Akuaponik: Sederhana Berhasil Ganda. UB Press. Malang. 84 hlm.

- Mahyuddin, K. 2008. Panduan Lengkap Agribisnis Lele. Penebar Swadaya. Jakarta. 63 hlm.
- Makmur, Rachmansyah dan M. Fahrur. 2011. Hubungan antara kualitas air dan plankton di tambak Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 961-968.
- Nurhidayat, K. Nirmala dan D. Djokosetyanto. 2012. Efektivitas kinerja media biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap kualitas air untuk pertumbuhan dan sintasan ikan red rainbow (*Glossolepis incius weber*). *Jurnal Ristek akuakultur*. 7(2): 279-292.
- Pasongli, H., G.D. Dirawan dan Suprpta. 2015. Zonasi kesesuaian tambak untuk pengembangan budidaya udang vaname (*Penaeus vannamei*) pada aspek kualitas air di Desa Todowongi Kecamatan Jailolo Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Bioedukasi*. 2(3): 324-335.
- Priono, B. dan satyani, D. 2012. Penggunaan berbagai jenis filter untuk pemeliharaan ikan hias air tawar di akuarium. *Media Akuakultur*. 7(2): 76-83.
- Rahmawan, M. E. A., Suminto dan V. E. Herawati. 2014. Penggunaan bakteri kandidat probiotik pada pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(4): 257-264.
- Rudiyanti, S. dan A. D. Ekasari. 2009. Pertumbuhan dan *survival rate* ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan*. 5(1): 39-47.
- Samsundari, S. dan G. A. Wirawan. 2013. Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*. 8(2): 86-97.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2000. Produksi Benih Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* X *C. fucus*) Kelas benih Sebar. SNI: 01-6484.4.
- \_\_\_\_\_. 2013. Panduan Budidaya Ikan Lele di Kolam Terpal. SNI: 01-7774-2013.
- Stead, S.M and L. Laird. 2002. Handbook of Salmon Farming. Praxis Publishing. UK. 321 pp.
- Suantika, G., M. I. Pratiwi, M. L. Situmorang, Y. A. Djohan, H. Muhammad and D. I. Astuti. 2016. Amonium removal by nitrifying bacteria biofilm on limestone and *bioball* substrate established in freshwater trickling biofilter. *Poult Fish Wild Sci*. 4(2): 1-7.
- Sukoco, F. A., B. S. Rahardja dan A. Manan. 2016. Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap FCR (*Feed*

Conversion Ratio) dan biomassa ikan lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*. **6**(1): 24-31.

- Sumpeno, D. 2005. *Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan lele dumbo (Clarias sp.) pada padat penebaran 15, 20, 25 dan 30 ekor/liter dalam pendederan secara indoor dengan sistem resirkulasi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan). 48 hlm.
- Suryaningsih, S. 2014. Biologi Ikan Lele. <http://bio.unsoed.ac.id/biologi-ikan-lele/>. Diakses pada tanggal 3 Agustus 2017.
- Suyanto, S. R. 2008. *Budidaya Ikan Lele*. Penebar Swadaya. Jakarta. 19 hlm.
- Unisa, R. 2013. *Pengaruh padat penebaran ikan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele dumbo (Clarias sp.) dalam sistem resirkulasi dengan debit air 33 lpm.m<sup>3</sup>*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan). 50 hlm.
- Vaillant, N., F. Monnet, H. Sallanon, A. Coudret and A. Hitmi. 2004. Use of commercial plant species in a hydroponic system to treat domestic waste waters. *Jorunal Environ Qual*. **33**(5): 695-702.
- Van Rijn, J. T. and H. J. Schreir. 2006. Denitrification in recirculating system: theory and applications. *Journal Aquacultural Engineering*. **34**(2): 364-376.
- Wahyuningsih, S. 2015. *Pengolahan limbah nitrogen dari kegiatan budidaya ikan nila (Oreochromis niloticus) pada sistem akuaponik*. Tesis. Institut Pertanian Bogor: Bogor. (tidak diterbitkan). 46 hlm.
- Yuniar, V. 2009. *Toksisitas merkuri (hg) terhadap tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah dan kerusakan organ pada ikan nila (Oreochromis niloticus)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan). 48 hlm.
- Zidni, I., T. Herawati dan E. Liviawaty. 2013. Pengaruh padat tebar terhadap pertumbuhan benih lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dalam sistem akuaponik. *Jurnal Perikanan Kelautan*. **4**(4): 315-324.
- Zulkifli, H., Z. Hanafiah dan D. A. Puspitawati. 2011. Struktur dan fungsi komunitas makrozoobenthos di perairan Sungai Musi Kota Palembang: telaah indikator pencemaran air. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Sriwijaya*. 586-595.